

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
LABORATOIRE DE BOTANIQUE
ET BIOLOGIE VEGETALE

UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI
DE NIAMEY
FACULTE DES SCIENCES
LABORATOIRE DE BIOLOGIE
VEGETALE

O.R.S.T.O.M
CENTRE DE NIAMEY

CIRAD-Forêt
MONTPELLIER

MEMOIRE

présenté par

Aboubacar ICHAOU
Ingénieur des Eaux et Forêts

Pour obtenir le
DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (D.E.A)
en **SCIENCES BIOLOGIQUES APPLIQUEES**

Option : Biologie et Ecologie Végétales

Thème :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VEGETATION CONTRACTEE
DES PLATEAUX LE LONG D'UN GRADIENT PLUVIOMETRIQUE ET
LATITUDINAL DE LA ZONE OUEST DU NIGER

Soutenu le 28 Février 1998 devant le jury composé de :

Président : Sita GUINKO, Professeur, Université de Ouagadougou

Examineurs: Jean Didier ZONGO, Maître de Conférences, Université de Ouagadougou
Jeanne MILLOGO-RASOLODIMBY, Maître Assistant, Université de
Ouagadougou

Urbain WENMENG, Maître Assistant, Université de Ouagadougou
Jean-Marie OUADBA, Chargé de Recherche, CNRST Ouagadougou

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES
LABORATOIRE DE BOTANIQUE
ET BIOLOGIE VEGETALE

UNIVERSITE ABDOU MOUMOUNI
DE NIAMEY
FACULTE DES SCIENCES
LABORATOIRE DE BIOLOGIE
VEGETALE

O.R.S.T.O.M
CENTRE DE NIAMEY

CIRAD-Forêt
MONTPELLIER

MEMOIRE

présenté par

Aboubacar ICHAOU
Ingénieur des Eaux et Forêts

Pour obtenir le
DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (D.E.A)
en **SCIENCES BIOLOGIQUES APPLIQUEES**

Option : Biologie et Ecologie Végétales

Thème :

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VEGETATION CONTRACTEE
DES PLATEAUX LE LONG D'UN GRADIENT PLUVIOMETRIQUE ET
LATITUDINAL DE LA ZONE OUEST DU NIGER**

Soutenu le 28 Février 1998 devant le jury composé de :

Président : Sita GUINKO, Professeur, Université de Ouagadougou
Examineurs: Jean Didier ZONGO, Maître de Conférences, Université de Ouagadougou
Jeanne MILLOGO-RASOLODIMBY, Maître Assistant, Université de
Ouagadougou
Urbain WENMENG, Maître Assistant, Université de Ouagadougou
Jean-Marie OUADBA, Chargé de Recherche, CNRST Ouagadougou

SOMMAIRE

Dédicace	3
Avant-propos	4
Résumé du mémoire	6
Sigles, abréviations et leur signification	7
Liste des tableaux	7
Liste des figures	8
Liste des annexes	9
INTRODUCTION	10
1 - LE MILIEU D'ETUDE	13
11 Situation géographique	13
12 Principales données climatiques	13
13 Géologie-géomorphologie-pédologie	18
14 La végétation	22
15 L'Homme et ses activités	23
151 Histoire des peuplements humains	23
1511 Passé ancien	24
1512 Passé récent	24
152 Activités humaines en rapport avec la végétation	25
1521 Agriculture et Elevage	25
1522 Faune	25
1523 Feu de brousse	25
1524 Exploitation forestière	25
2 - MATERIEL ET METHODES	26
21 Démarche méthodologique et protocoles	26
22 Echantillonnage	26
221 Mode utilisé pour l'inventaire de la strate ligneuse et la cartographie	28
222 Mode utilisé pour l'inventaire de la strate herbacée et l'évaluation de la biomasse herbacée	35
223 Mode utilisé pour le furetage et le cubage	36
23 Méthode et paramètres relevés au cours de la campagne	39
231 Choix et traitement des données spatiales	39
232 Paramètres relatifs à la végétation ligneuse	40
3 - RESULTATS	45
31 Dans les domaines de la cartographie et de la télédétection aérospatiale	45
311 Typologie des structures et traitement des images	45
312 Recouvrement des différents faciès étudiés	45
313 Transfert des images obtenues dans un S.I.G	47
32 Etude de la démographie des ligneux	47
321 Composition spécifique ligneuse des trois faciès	47
322 Structure des peuplements ligneux des trois faciès	50
323 Autres critères dendrométriques caractérisant les trois faciès	52

33	Phytomasse ligneuse aérienne obtenue après cubage	56
331	Biomasse verte par ha de plateau des trois faciès	56
332	Biomasse verte par ha végétalisé des trois faciès	58
333	Biomasse sèche à l'air par ha de plateau des trois faciès	58
334	Biomasse sèche à l'air par ha végétalisé des trois faciès	60
335	Bois-énergie par ha de plateau des trois faciès	60
336	Bois-énergie par ha végétalisé des trois faciès	62
34.	Etude de la flore herbacée	63
341	Liste floristique des trois faciès	63
342	Liste floristique des lisières des trois faciès	67
343	Densité des herbacées en lisières des trois faciès	67
344	Liste floristique des sous-bois des trois faciès	68
345	Densité des herbacées des sous-bois des trois faciès	70
346	Liste floristique des zones ensoleillées des trois faciès	72
347	Densité des herbacées des zones ensoleillées des trois faciès	72
348	Spectre biologique des trois faciès	73
35	Biomasse aérienne de la strate herbacée	79
351	Biomasse aérienne sèche produite en lisière des trois faciès	83
352	Biomasse aérienne sèche produite en sous-bois des trois faciès	85
353	Biomasse épigée sèche produite en zones ensoleillées des trois faciès	85
354	Répartition spécifique de la phytomasse épigée herbacée	86
355	Répartition systématique de la phytomasse épigée herbacée	87
36	Distribution géographique de la flore des trois faciès	89
4 -	ANALYSE SYNCHRONIQUE DES RESULTATS ET DISCUSSION	104
41	Caractéristiques du cadre physique	104
42	Facteurs écologiques du milieu	105
43.	Variables biotiques caractérisant la physionomie de la végétation	107
44	Variable taxinomique relative à la flore	109
45	Autres variables d'étude de la végétation et de la flore	109
46	Production des systèmes	111
5 -	SUCCESSION ECOLOGIQUE DEGAGEE DU GRADIENT ETUDIE	114
	CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE	116
	BIBLIOGRAPHIE	120

Dédicace

Ce mémoire est dédié à tous ceux qui croient à la réussite. En effet, dans la vie et dans toutes les entreprises, il faut toujours tenter l'impossible, pour voir se réaliser le possible. Et tous ceux qui se sont simplement cantonnés à atteindre le possible, n'ont jamais avancé d'un pas (..).

Avant-propos

Une partie de ce travail s'est déroulée au Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Végétales de l'Université de Ouagadougou (Faculté des Sciences et Techniques), et l'autre partie à la Faculté des Sciences de l'Université Abdou Moumouni (Niamey) sous l'autorité scientifique du Professeur Sita GUINKO, de l'Université de Ouagadougou, du Professeur SAADOU Mahamane de l'Université de Niamey, et du Docteur Jean-Louis RAJOT, Chercheur (O.R.S.T.O.M Niamey).

Il porte sur les travaux de recherche prévus en deuxième campagne relative au Réseau de Sites de Suivi Environnemental pour le Long Terme, mis en place par le Projet Energie II (Volet Offre) dans le cadre de la Stratégie Energie Domestique.

Aussi au terme de notre stage, nous tenons à remercier les personnalités physiques et morales qui nous ont aidé et soutenu :

Le Professeur GUINKO Sita, pour nous avoir accueilli dans son Laboratoire, les enseignements dispensés et la chaleur de l'accueil en terre Burkinabé. La culture scientifique tirée lors de nos contacts, la rigueur inculquée dans l'approche et le choix des méthodes, nous confirment l'image du Professeur tant connu dans le domaine. Qu'il trouve ici l'expression de notre reconnaissance.

Le Professeur Mahamane SAADOU, a été pour nous un maître de stage dont la disponibilité et la sympathie permanentes ont prévalu tant au niveau de l'enseignement théorique reçu, qu'au niveau de l'initiation à l'identification de la flore herbacée sur le terrain, les méthodes pratiques des relevés, la vérification systématique de tous les échantillons d'herbiers récoltés, ainsi que dans la phase de rédaction de ce mémoire. C'est le moment, de lui traduire vivement notre considération pour sa personne, ainsi qu'à sa famille.

Le Docteur RAJOT Jean-Louis, qui a été pour nous un encadreur doublé de liens amicaux, dont les appuis dans tous les domaines et à tout moment nous ont soutenu depuis deux ans, et particulièrement lors de ce stage. Qu'il trouve ici la traduction de notre sincère gratitude.

M. MONTAGNE Pierre, du CIRAD-Forêt, qui constitue pour nous un soutien efficace, un ami dont la lutte en notre faveur a permis le financement de ce D.E.A et l'amélioration de nos conditions de travail. Qu'il sache aussi que les résultats obtenus à travers cette formation, ainsi que ceux obtenus sur le terrain, sont aussi les siens. Nous osons aussi espérer que cette étude constituera un apport appréciable qui éclairera d'avantage la farouche lutte de mise en place de la stratégie énergie domestique au Niger, dont il constitue une discrète cheville ouvrière.

Mme le Docteur MILLOGO RASOLODIMBY Jeanne F.C, coordinatrice de la formation de D.E.A en Biologie et Ecologie Végétales, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou, pour l'enseignement reçu, sa participation à l'amélioration du présent document.

M. ADA Laoualy, Directeur de l'Environnement, pour l'appui moral qu'il n'a cessé de nous apporter, qu'il trouve ici l'expression de notre témoignage.

Le Docteur d'HERBES Jean-Marc, pour lui témoigner notre reconnaissance pour l'initiation à la recherche scientifique, les outils informatiques mis à notre disposition, ainsi que les appuis divers qu'il ne cesse d'apporter pour notre formation.

MM. MOUGENOT et HAMANI, pour l'appui, l'initiation, l'aide au choix des données de télédétection, et leur traitement, qu'ils ont bien voulu nous apporter dans le cadre de cette étude. L'accessibilité à cette technique moderne qu'ils nous ont offerte, constituera une nouvelle ouverture dans nos recherches.

Le Docteur ACHARD François, pour la documentation fournie, le soutien matériel et moral qu'il n'a cessé de nous apporter.

MM. DAN BARIA Soumaïla, HAMADOU Mamoudou et DAN MIRRIAH Sani respectivement Directeur, Conseiller Technique et Chef Comptable du Projet Energie II (Volet Offre) pour leur appui matériel sans faille et leur disponibilité à répondre aux multiples sollicitations tout au long du stage.

M. COMPAORE Eugène et famille, pour l'aide précieuse apportée lors de notre séjour à Ouagadougou.

M. GOUMANDAKOYE Mounkaïla au Bureau des Nations Unies pour la Région Sahélienne de Ouagadougou, pour les soutiens et encouragements qu'il n'a cessé de nous apporter.

La communauté nigérienne à Ouagadougou pour témoigner de la chaleur de son accueil, particulièrement : MM. BANA Idé, ISSA Boubacar et leurs familles.

Le Personnel du CIRAD-Forêt Montpellier et Ouagadougou, particulièrement MM. MALLET, BELLEFONTAINE, DUBERNARD et TROUCHE.

Les ingénieurs et techniciens qui nous ont appuyé depuis deux ans au cours des travaux de terrain, particulièrement, Baba ELHADJ OUBARAKOU, Bohari ADAMOU, Boubacar KARIDIO, Issoufou SOUMANA.

Le personnel du Projet Energie II (Volet Offre), pour leur gentillesse et leur encouragement.

Le personnel de l'O.R.S.T.O.M de Niamey et Ouagadougou, pour les facilités offertes lors de la phase bibliographique, les moyens de fonctionnement, les communications et le transport sur le terrain, en particulier MM. DELHOUME et CASENAVE, qui à Ouagadougou ont constitué un précieux point d'appui pour la dernière mise en forme du document.

Les Chefs des Services d'Arrondissement de l'Environnement de Say, Kollo, Ouallam et Fillingué, pour la compréhension et les facilités offertes lors de nos multiples passages dans leurs zones de responsabilité qui constituent le cadre physique de notre recherche.

Enfin à notre famille pour nous avoir soutenu et compris dans cette galère à laquelle nous nous sommes embarqué et qui risque encore de prendre quelques années en plus.

Résumé du mémoire

Avec l'emploi combiné de la cartographie - télédétection comme toile de fond dans l'étude de la végétation contractée des plateaux latéritiques, connue sous le nom global "Brousse Tigrée", la conception de sa genèse selon THIERY et al (1994) de RAUNET (1985) liée exclusivement à un écoulement unidirectionnel, ne suffit pas à expliquer l'existence d'une structure contractée. Notre étude a mis en évidence la prise en considération de la nature du substrat aussi bien géologique que pédologique. Cette forme de paysage contracté sur les plateaux latéritiques de la frange sahélienne de l'ouest nigérien en particulier, et des zones périphériques situées dans les pays voisins, loin de constituer des écosystèmes fragiles dont la contraction doit inquiéter, constitue un état d'équilibre dont s'est dotée la nature. Ces systèmes par leur fonctionnement hydrologique concentrent harmonieusement le peu de ressources pluviométriques qui tombent vers des niveaux de production bien déterminés pour les ligneux et les herbacées, qui atteignent un niveau comparable sinon supérieur à ceux des zones où la végétation est uniformément répartie sur les plateaux. C'est pourquoi, ces écosystèmes de plateaux constituent des réserves foncières, pastorales et forestières pour les populations sahéliennes des villes et campagnes, qu'il faut à tout pris mieux connaître, pour les gérer correctement dans le long terme.

Mots clés : Brousses Tigrées, végétation contractée, plateaux latéritiques, ouest du Niger, cartographie et télédétection, substrat géologique et pédologique, production des ligneux et des herbacées.

Sigles, abréviations et leurs significations

CIRAD-Forêt : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (ayant un département forestier)

GPS : Global positioning system (appareil de positionnement géographique)

I.G.N.N : Institut Géographique National du Niger

I.N.R.A.N : Institut National de la Recherche Agronomique du Niger

M.H.E : Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement

O.R.S.T.O.M : Institut de Recherche Scientifique et Technique pour le Développement en Coopération

P.E.II (V.O) : Projet Energie II (volet offre)

S.I.E.P : Système d'Information et d'Evaluation Permanent du Projet Energie II

S.I.G : Système d'Information Géographique

P4AS AGRHYMET : Projet d'étude des terroirs agro-forestiers, coordonné par l'agence régionale pour la recherche en hydrologie et météorologie (Niamey)

Liste des tableaux

Tableau n° 1 Taux de sondage par strate

Tableau n° 2 Taux de recouvrement ligneux moyen par layon et par unité typologique

Tableau n° 3 Densité des tiges exploitées par faciès étudiés (et par hectare de plateau)

Tableau n° 4 Volumes de Bois-énergie/ha de plateau obtenus après coupe sélective et cubage.

Tableau n° 5 Volumes de Bois-énergie/ha végétalisé obtenus après coupe sélective et cubage.

Tableau n° 6 Spectre biologique du Faciès Brousses structurées

Tableau n° 7 Spectre biologique du Faciès Brousses persillées

Tableau n° 8 Spectre biologique du Faciès Brousses diffuses

Tableau n° 9 Spectre biologique des trois écosystèmes forestiers contractés des plateaux

Tableau n° 10 Spectre biologique des lisières

Tableau n° 11 Spectre biologique des sous-bois

Tableau n° 12 Spectre biologique des zones ensoleillées

Tableau n° 13 Répartition spécifique de la phytomasse herbacée par faciès

Tableau n° 14 Répartition spécifique de la phytomasse herbacée par points de relevé

Tableau n° 15 Répartition africaine floristique du faciès de brousses tigrées structurées.

Tableau n° 16 Répartition africaine de la flore du faciès de brousses persillées

Tableau n° 17 Répartition africaine floristique du faciès de brousses diffuses

Tableau n° 18 Répartition africaine de la flore des écosystèmes contractés des plateaux

Tableau n° 19 Répartition africaine des herbacées identifiées dans les lisières

Tableau n° 20 Répartition africaine des herbacées du sous-bois

Tableau n° 21 Répartition africaine des herbacées des zones ensoleillées

Tableau n° 22 Répartition mondiale de la flore du faciès de brousses tigrées

Tableau n° 23 Répartition mondiale de la flore du faciès de brousses persillées

Tableau n° 24 Répartition mondiale de la flore du faciès de brousses diffuses

Tableau n° 25 Répartition mondiale de la flore des écosystèmes contractés des plateaux

Tableau n° 26 Répartition mondiale des espèces herbacées inféodées aux lisières

Tableau n° 27 Répartition mondiale des herbacées du sous-bois

Tableau n° 28 Répartition mondiale des herbacées des zones ensoleillées

Tableau n° 29 Comparaison du substrat local des faciès

Tableau n° 30 Comparaison des altitudes des stations écologiques

Tableau n° 31 Pluviométrie moyenne effective de certains postes de relevés du transect étudié

Tableau n° 32 Comparaison des familles d'espèces dominantes par faciès

Tableau n° 33	Comparaison des types biologiques des trois faciès
Tableau n°34	Recapitulation des repartitions africaines et mondiales de la flore des trois faciès
Tableau n° 35	Indices de productivité des systèmes contractés
Tableau n°36	Comparaison de la production en bois-énergie des trois faciès étudiés
Tableau n°37	Comparaison de la production de Matière sèche herbacée
Tableau n° 38	Comparaison de la répartition de la production de MS/ha selon les faciès et les points de relevé
Tableau n°39	Approche comparative de la répartition spécifique de la production herbacée
Tableau n°40	Approche comparative systématique de la production herbacée par faciès
Tableau n°41	Approche comparative de la contribution des points de relevé en fourrage

Liste des figures

Figure n° 1	Localisation de la zone couverte par l'étude
Figure n° 2	Localisation du transect latitudinal et pluviométrique dans la partie ouest du Niger
Figure n° 3	Variations de la pluviométrie moyenne mensuelle de certains points caractéristiques de la partie occidentale du Niger, sur une trentaine d'années
Figure n° 4	Courbes ombrothermiques des principaux postes de relevés météorologiques les plus proches des stations étudiées
Figure n° 5	Représentation schématique du transect latitudinal et pluviométrique avec les positions respectives des 3 faciès de Brousses tigrées étudiées
Figure n° 6	Régions climatiques du Niger
Figure n° 7	Position du transect d'échantillonnage des formations contractées des plateaux de l'ouest nigérien
Figure n° 8	Méthodologie d'échantillonnage pour l'inventaire forestier et la cartographie du stock ligneux
Figure n° 9 :	Représentation schématique du transect latitudinal et pluviométrique (avec les aires géographiques occupées par les groupes de faciès)
Figure n° 10	Position des points de relevés des herbacées (lisière=(1), sous-bois=(2) et zone ensoleillée =(3) par rapport aux coefficients d'infiltration (Ki) des phases nues et boisées d'une séquence modale de la brousse tigrée.
Figure n° 11	Liaison entre les profils d'humidité du sol et les points de mesure de la strate herbacée à l'échelle d'une représentation schématique de la brousse tigrée
Figure n° 12	Cartographie du stock ligneux sur pied d'une parcelle
Figure n°13	Recouvrement ligneux moyen par unités typologiques sondées
Figure n°14	Recouvrement ligneux moyen par Faciès de brousses contractées
Figure n°15	Variation de la composition spécifique ligneuse moyenne à l'échelle des 3 faciès
Figure n°16	Composition spécifique ligneuse moyenne des écosystèmes forestiers contractés des plateaux de l'ouest nigérien
Figure n°17	Variation de la densité des tiges exploitées par ha de plateau, selon les faciès
Figure n°18	Variation de la biomasse ligneuse verte/ha de plateau selon les 7 stations
Figure n°19	Répartition en % de la biomasse ligneuse verte/ha de plateau des 3 faciès en classes d'assortiments.
Figure n° 20	Liaison entre la biomasse ligneuse verte/ha végétalisé, les pourcentages des tiges exploitées et les recouvrements des 3 faciès
Figure n°21	% du bois-énergie commercialisable et non commercialisable sur les 3 faciès
Figure n° 22	Variations des quantités de Bois-énergie commercialisable et non commercialisable par hectare de plateau selon les 7 stations
Figure n° 23	Variations de la quantité totale de Bois-énergie selon les 7 stations
Figure n°24	Variation des deux volumes par hectare végétalisé, selon les 3 faciès.
Figure n°25	Variation de la densité des herbacées en Lisières sur les trois faciès

- Figure n°26 Dominance des herbacées recensées en lisières sur les trois faciès
 Figure n°27 Dominance des familles recensées en sous-bois sur les trois faciès
 Figure n°28 Variation du % de la densité des herbacées en zones ensoleillées sur les 3 faciès
 Figure n°29 Dominance des herbacées recensées en zones ensoleillées sur les trois faciès.
 Figure n° 30 Variation de la densité/ha des herbacées à l'échelle des sept stations écologiques.
 Figure n° 31 Production épigée herbacée des 3 faciès
 Figure n°32 Production épigée herbacée des 7 stations et pluviométrie correspondante
 Figure n°33 : Répartition systématique de la phytomasse herbacée selon les faciès
 Figure n°34 : Répartition systématique de la phytomasse herbacée selon les points de relevé

Liste des annexes

- Annexe n° 1 Fiche d'inventaire et de relevé cartographique du stock ligneux
 Annexe n° 2 Photo aérienne numérisée (1992) ; 1/60.000 du plateau de Dingazi (Ouallam)
 Annexe n° 3 Photo aérienne numérisée (1992) ; 1/60.000 du plateau de Dorobobo (Filingué)
 Annexe n° 4 Photo aérienne numérisée (1992) ; 1/60.000 du plateau de Banizoumbou (Kollo)
 Annexe n° 5 Photo aérienne numérisée (1992) ; 1/60.000 du plateau de Kouré (Kollo)
 Annexe n° 6 Photo aérienne numérisée (1975) ; 1/60.000 du plateau de Kirtachi (Kollo)
 Annexe n° 7 Photo aérienne numérisée (1991) ; 1/60.000 du plateau de Tientergou (Say)
 Annexe n° 8 Photo aérienne numérisée (1975) ; 1/60.000 du plateau de Mossipaga (Say)
 Annexe n° 9 Carte topographique numérisée (1995 ; 1/50.000) du plateau de Dingazi
 Annexe n° 10 Carte topographique numérisée (1995 ; 1/50.000) du plateau de Dorobobo
 Annexe n° 11 Carte topographique numérisée (1995 ; 1/50.000) du plateau de Banizoumbou
 Annexe n° 12 Carte topographique numérisée (1995 ; 1/50.000) du plateau de Kouré
 Annexe n° 13 Carte topographique numérisée (1982 ; 1/50.000) du plateau de Kirtachi
 Annexe n° 14 Carte topographique numérisée (1982 ; 1/50.000) du plateau de Tientergou
 Annexe n° 15 Carte topographique numérisée (1982 ; 1/200.000) du plateau de Mossipaga
 Liste n°1 Espèces ligneuses inventoriées sur le faciès de brousses structurées
 Liste n°2 Espèces ligneuses inventoriées sur le faciès de brousses persillées
 Liste n°3 Espèces ligneuses inventoriées sur le faciès de brousses diffuses
 Liste n°4 Espèces ligneuses des trois faciès de formations contractées des plateaux
 Liste n°5 Flore du Faciès de Brousses Structurées
 Liste n°6 Flore du Faciès de Brousses Persillées
 Liste n° 7 Flore du Faciès de Brousses Diffuses
 Liste n° 8 Flore herbacée des lisières
 Liste n° 9 Flore herbacée des sous-bois
 Liste n°10 Flore herbacée des zones ensoleillées

INTRODUCTION

Pays sahélien continental, le Niger est confronté à un déséquilibre entre le fort accroissement des populations humaines, les ressources disponibles et le développement économique. De ce fait, le bilan énergétique déficitaire de 7 millions de stères de bois-énergie qui entament chaque année le capital forestier (Energie II, 1990), a imposé aux autorités nigériennes l'adoption d'une stratégie «énergie domestique». Très ambitieuse, celle-ci vise à réduire la cadence accélérée des prélèvements de ressources forestières, tout en instaurant un mode de gestion durable des systèmes de production. Le Projet Energie II, constituant l'outil d'application des alternatives définies, tente depuis huit ans de conduire une démarche par la recherche des meilleurs indicateurs à travers le Système d'Information et d'Evaluation Permanent (S.I.E.P) qu'il s'est défini au départ. Utilisant tous les acquis et expériences existants, ce projet (l'un des premiers en Afrique occidentale dans ce domaine) tente aussi de formuler et d'exécuter des travaux prioritaires de recherche-développement soit directement, soit en rapport avec certaines institutions spécialisées de la place (CIRAD-Forêt, ORSTOM, INRAN).

Comme l'essentiel du territoire nigérien se caractérise par des reliefs peu contrastés, les altitudes qui croissent insensiblement du sud-ouest vers le nord-est, font que les plateaux constituent l'essentiel du territoire MOREL, (1983). C'est ainsi, qu'ils constituent (avec les zones de vallées), les principaux systèmes de production. Ils représentent alors la zone par excellence d'approvisionnement en bois-énergie sur le plan national (plus de 80% des besoins), selon ICHAOU, (1995). Ces systèmes font l'objet de vastes programmes de recherches forestières et écologiques.

En effet, la partie occidentale du Niger environ 200.000 km², s'intègre dans un ensemble géographique constitué essentiellement de plateaux cuirassés, dont 50.000 km² sont à vocation forestière selon ICHAOU, (1995). Sur ces plateaux, des formations ligneuses répondant à des facteurs écologiques bien identifiés tels que la quantité de pluie et la pente du terrain, s'organisent en des structures originales décrites par AMBOUTA, (1984) : " Brousse tigrée" bien structurée, et " Brousse diffuse" sans structuration de la végétation en passant par un mode intermédiaire " Brousse persillée".

Cette forme de végétation tout à fait singulière par la physionomie SAADOU, (1992) appelée "Brousse tigrée" CLOS-ARCEDUC, (1956), a été caractérisée (selon le cas) par de nombreux auteurs. Pour l'Afrique, citons Mac FAYDEN (1950) : Somalie; WORRAL (1960) : Soudan ; AUDRY et ROSSETTI (1962) : Mauritanie ; BOALER & HODGES (1964) : Somalie ; BOUDET (1972) : Mali ; LEPRUN (1992) : Mali, Burkina Faso ; pour l'Australie, SLATYER (1961) ; TONGWAY ET LUDWIG (1990) ; GREENE (1992) ; pour le Moyen-Orient, WHITE (1969) en Jordanie ; pour le Mexique, CORNET *et al* (1992) ; MAUCHAMP *et al* (1994). Au Niger, CLOS-ARCEDUC (1956) puis WHITE (1970, 1971) ont été les premiers à mener des travaux sur ces structures, précédant les travaux pédologiques de AMBOUTA (1984). Ces dernières années, on peut citer : SAADOU (1992), GALLE *et al* (1994), ICHAOU et d'HERBES, (1995 à 1997). Sur la base des nombreux travaux consacrés (AMBOUTA, ORSTOM, etc.), il a été mis en évidence que l'existence des structures en bandes dans cette zone sahélienne ne doit rien à des variations géologiques et pédologiques, mais que la base du fonctionnement est bien hydrologique et biologique, GALLE , d'HERBES *et al* (1995).

Le fonctionnement de ces formations contractées de plateaux est essentiellement fondé sur l'existence de zones de sol nu sur lesquelles l'eau ruisselle vers des zones de végétation engendrant une nette amélioration des conditions écologiques. Des travaux concernant ce fonctionnement ont été repris récemment au Niger sur le site de Banizoumbou, par les équipes d'écologues et d'hydrologues de l'ORSTOM. Ces travaux sur le bilan hydrique permettent d'évaluer à 50% de la pluie annuelle, la quantité d'eau ruisselée depuis la bande nue vers la bande de végétation. L'édification d'une digue empêchant ce ruissellement d'arriver à la bande de végétation, expérience réalisée au cours des mêmes travaux, permet de conclure que cet apport d'eau est indispensable au bon fonctionnement du système.

A cet effet, la contraction des formations végétales dans les zones arides et semi-arides a été assimilée à une dégradation du milieu, alors que dans les conditions sahariennes, il paraît naturel que la végétation se rencontre dans les lieux de concentration des eaux de ruissellement : ce sont alors les seules opportunités pour l'existence même d'une végétation. NOY-MEIR (1973) a cependant montré que la contraction de la végétation en zone aride était non seulement une nécessité, mais pouvait également produire les conditions d'une production supérieure à celle d'une formation végétale uniformément répartie sur l'ensemble de la surface. Pour vérifier cette hypothèse de NOY-MEIR, ICHAOU (1995), a démontré que la croissance et la production forestière résultant de ces systèmes sont en définitive supérieures à celles mesurées dans un système moins structuré. Sur le plan botanique, SAADOU (1992) après l'étude de la flore, de la structure et du déterminisme écologique de cette unité de végétation (de la région du Fleuve Niger à la longitude 4° E), a mis en évidence des particularités d'ordre floristique et écologique. Il a aussi remarqué que ces bosquets constituent, à l'optimum de végétation, un microclimat qui permet l'installation et le maintien d'une flore herbacée surtout hygrophile.

Suite aux nombreux travaux portant sur la brousse tigrée, tant au Niger qu'au niveau international, il semble que la contraction de la végétation en bandes constitue une réponse naturelle et efficace à la raréfaction des ressources hydriques. Par ce travail nous nous proposons d'approfondir l'étude de cette forme de végétation (ligneuse et herbacée) dans un contexte de changement d'échelle (entre les longitudes 0° et 4° et les latitudes 12° et 15°). Nos premiers travaux cantonnés dans une aire d'un degré carré, vont se poursuivre à une échelle régionale. Le niveau de perception phyto-écologique correspond au secteur écologique tel que défini par LONG (1974). Les unités de végétation concrètes, les variables écologiques prépondérantes, et le niveau d'organisation peuvent être traduits aisément à des échelles moyennes. Compte tenu de cette démarche définie sur une base phyto-écologique, nous retenons le principe de travailler à ce niveau de perception écologique. Aussi, nous nous efforcerons d'adopter une option de définitions la plus convenable pour rendre compte de la diversité des caractéristiques botaniques et écologiques de la zone étudiée. Tels que définis par LONG (1974), à notre niveau de perception écologique correspondent :

- des unités de végétations concrètes (faciès de brousse contractée), identifiables grâce à leur structure et par leurs constituants majeurs ;
- des variables écologiques prépondérantes (pluies, latitudes, cadre physique) ou certains états de ces variables (pentes, états de surface etc.) ;
- des niveaux d'intégration ou d'organisation des systèmes écologiques ;
- des échelles d'expression cartographique aptes à traduire les caractères analytiques ou synthétiques propres à ce niveau.

A l'heure actuelle, l'état des connaissances sur ces écosystèmes est plus avancé dans les études fonctionnelles. C'est ainsi que très peu de travaux se sont penchés sur l'étude détaillée de la végétation et de la flore, en dehors de ceux de : AMBOUTA (1984), sur la typologie, ACHARD (1990), de WINTER (1989), BOULOURESQUE (1989-1990), sur la production pastorale, ICHAOU et d'HERBES (1994 -1996), sur la production ligneuse et la dynamique, d'HERBES (1996), MOUGENOT et VALENTIN (1996) sur la dynamique, SEGHERI et GALLE (1994-1995), sur la flore herbacée du plateau de Banizoumbou. Le nombre réduit des travaux y afférent, et dont la majorité des cas s'appliquent à des faciès bien déterminés, explique leur insuffisance par rapport à l'ensemble des systèmes.

A travers le présent travail, nous apportons notre modeste contribution dans cette chaîne d'études en travaillant sur la végétation et la flore de ces écosystèmes de plateaux dans un contexte plus vaste de la zone ouest nigérienne. Ce contexte pourrait avoir des similitudes et des extensions sur le plan géographique et écologique dans les zones où on retrouve ces mêmes formations dans les pays voisins (Bénin : nord est ; Nigeria : zone nord ; Mali : zone sud ouest ; le Burkina Faso : nord est).

Nous travaillerons dans un premier temps sur l'étude de :

- la végétation, sa production de phytomasse épigée ligneuse et herbacée,
- la flore, la répartition géographique des constituants à l'échelle africaine et mondiale et les différents types biologiques qui la composent.

Dans un second temps, nous tenterons de relier nos données, observations et résultats préliminaires à certains travaux existants, pour aboutir à une analyse synchronique globale qui intègre l'étude de la végétation des trois principaux faciès dans cette thématique des écosystèmes contractés des plateaux.

Pour traduire au mieux, le choix et l'application des méthodes d'étude de la végétation, le travail comprend cinq parties :

- La première traite des généralités sur le milieu d'étude, qui sont des préalables pour situer la problématique dans un cadre physique, social et économique ;
- La seconde partie portant sur le matériel et les méthodes utilisés pour conduire la recherche, explique le pourquoi du choix de ces outils par rapport au cadre spécifique d'étude.
- La troisième partie expose et discute les résultats obtenus dans les domaines de la cartographie-télédétection, dans l'étude de la végétation, de la flore et la distribution géographique des espèces inventoriées. Enfin, cette partie se termine par l'exposé de résultats sur la production de phytomasse épigée ligneuse, ainsi que l'ébauche des résultats sur la production épigée herbacée.
- La quatrième partie procède à une analyse synchronique des principales caractéristiques des trois faciès de brousses contractées étudiés, avant de tenter de dégager une succession écologique sur le gradient latitudinal et pluviométrique.
- Enfin, la cinquième partie fait ressortir les conclusions essentielles de cette étude, leur portée scientifique sur le plan de l'aménagement forestier.

1 - LE MILIEU D'ETUDE

11 Situation géographique

Située en plein Sahel nigérien (entre les longitudes 0° et 4° et les latitudes 12° et 15° Nord), la partie occidentale du Niger, communément appelée région du fleuve, englobe approximativement les départements de Tillabéri, de Dosso ainsi que la communauté urbaine de Niamey. Elle s'étend de part et d'autre du fleuve Niger (**Figures n° 1 et 2**). Correspondant aussi à peu près à ce qui a été désigné "Bassin du Moyen Niger" (GREIGERT *et al.* 1956), la zone étudiée est couverte par la carte pédologique de reconnaissance de la République du Niger au 1/500.000, feuille de Niamey, dressée par M. GAVAUD et R. BOULET (1967). Dans cette partie, et à l'instar de tout le pays, les altitudes croissent insensiblement du sud-ouest vers le nord-est, les plateaux constituent l'essentiel du paysage. Le transect étudié, positionné entre les longitudes 1° et 3° et les latitudes 12° et 15° Nord, s'étale sur environ 300 km, et tient compte de tous les plateaux latéritiques existants. Ces plateaux, qui constituent notre cadre physique de travail, sont compris entre 200 et 500 mètres d'altitude dans ce bassin des Oulliminden et ses marges. Leur rigidité est accentuée par la présence fréquente d'une cuirasse ferrugineuse. Aussi, il est important de noter que ces plateaux sont assez monotones dans la partie ouest de notre zone d'étude (Liptako et Zarmaganda).

Définie par COURAULT *et al.* (1990), la toposéquence représentative de la région se caractérise par une succession d'états de surface qui se composent de 3 grands ensembles qui sont :

- **les plateaux latéritiques** (cuirasses ferrugineuses sur grès du continental terminal), constituent un ensemble très remarquable du territoire nigérien. Ils présentent une très faible pente et sont naturellement recouverts d'une formation végétale très particulière : la brousse tigrée. Des ensablements les recouvrent parfois, entraînant la disposition des bandes ou taches de brousses tigrées ;
- **leur piémont sableux**, encore appelé jupe sableuse BOULET, (1968), en placage à la base du plateau, COURAULT *et al.* (1990), est constitué de dépôts éoliens (champs et jachères) ;
- **les bas-fonds** qui relient toute la toposéquence au kori, englobent une première zone de bombements au sable blanc lessivé (domaine des jachères, champs anciens et les formations forestières des vallées).

12 Principales données climatiques

La région du fleuve est soumise dans son ensemble au climat sahélo-soudanais défini par AUBREVILLE (1949). Ce climat est caractérisé par :

- une courte saison de pluies (avec beaucoup d'averses) d'une durée de moins de 5 mois (le service de la météorologie national indique une pluviosité calculée de 1950 à 1994 qui passe de moins de 400 mm au voisinage de 15° de latitude à un peu plus de 750 mm vers le sud du 12°). Les variations de la pluviométrie mensuelle sur une trentaine d'années (1964 à 1994) sont sensibles (**figures n° 3 et 4**) ;
- une longue saison sèche, d'une durée d'environ 7 mois et, dont les mois les plus chauds sont avril et mai ;
- une température moyenne élevée (de 1951 à 1994 la température moyenne annuelle oscille autour de 30° C),
- une humidité atmosphérique faible pendant la majeure partie de l'année.

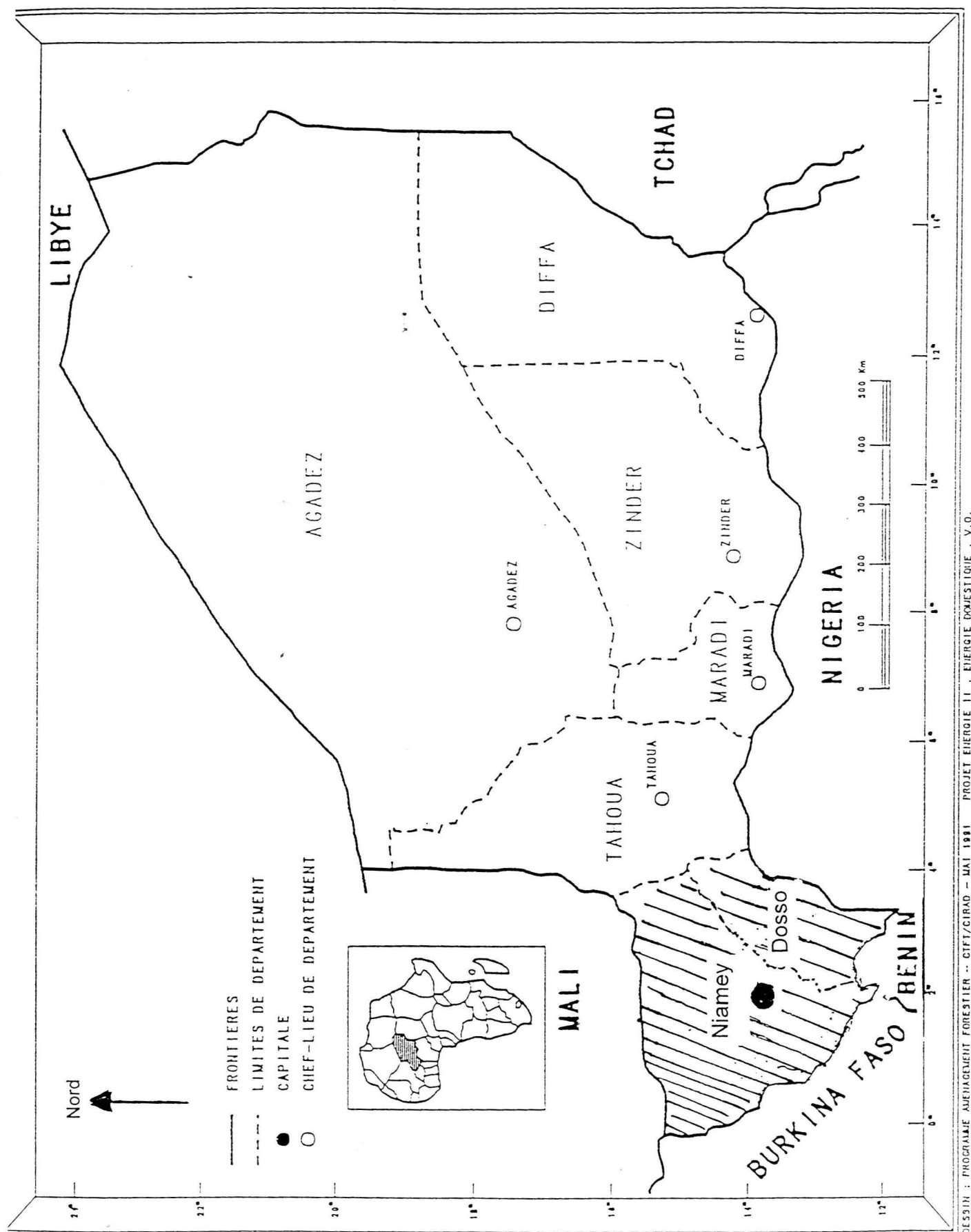


Figure n° 1 Localisation de la zone couverte par l'étude

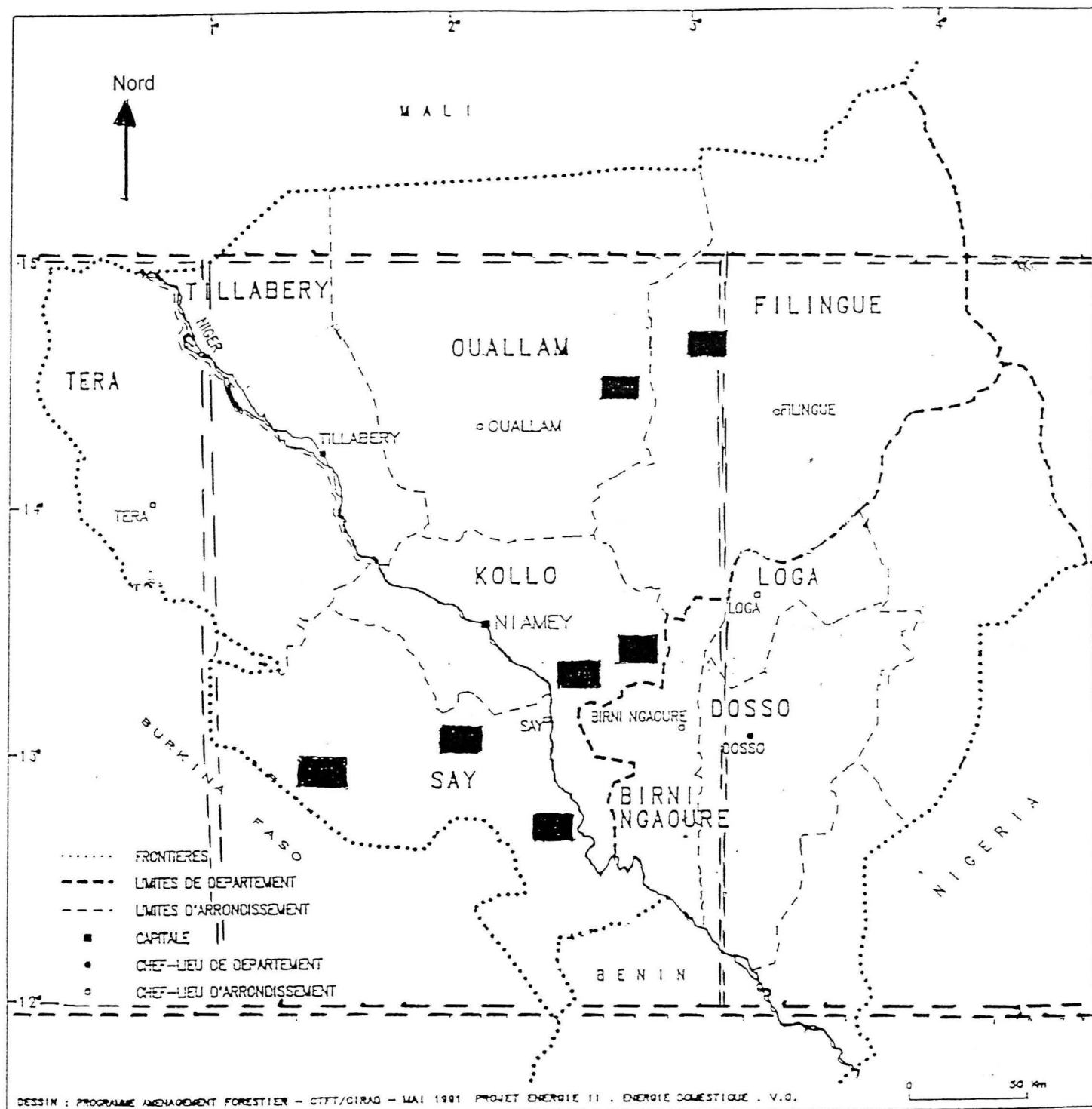


Figure n°2 Localisation du transect latitudinal et pluviométrique dans la partie ouest nigérienne

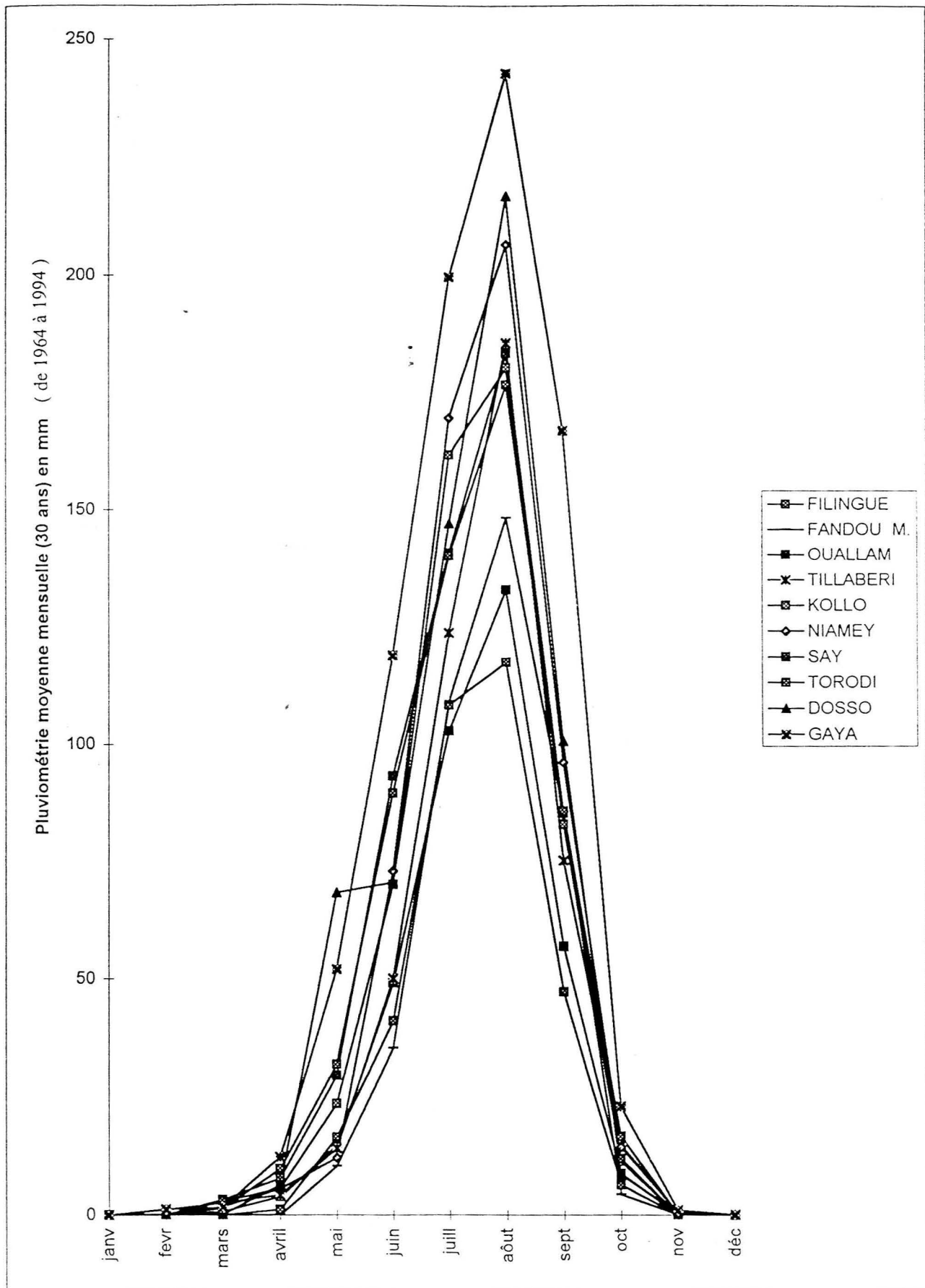
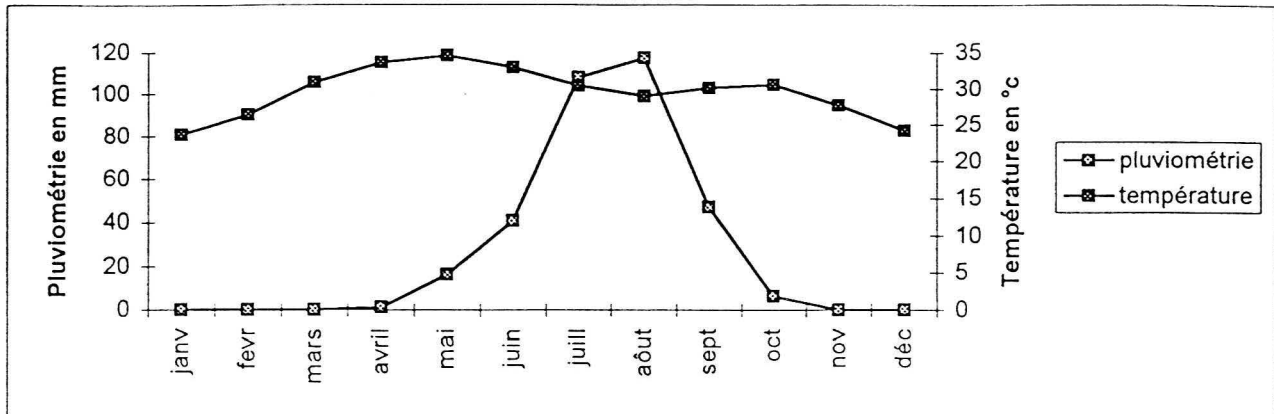
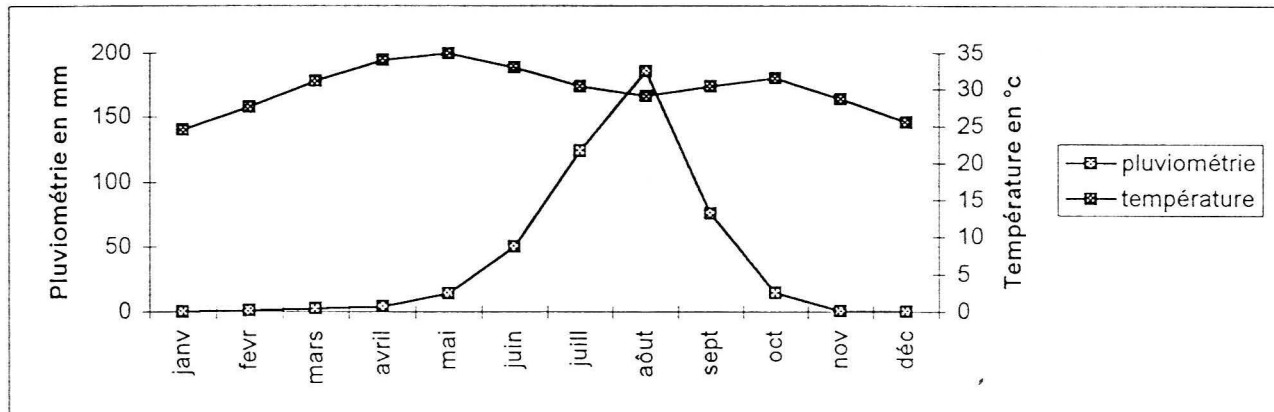


Figure n°3 Variations de la pluviométrie moyenne mensuelle de certains points caractéristiques de la partie occidentale du Niger, sur une trentaine d'années

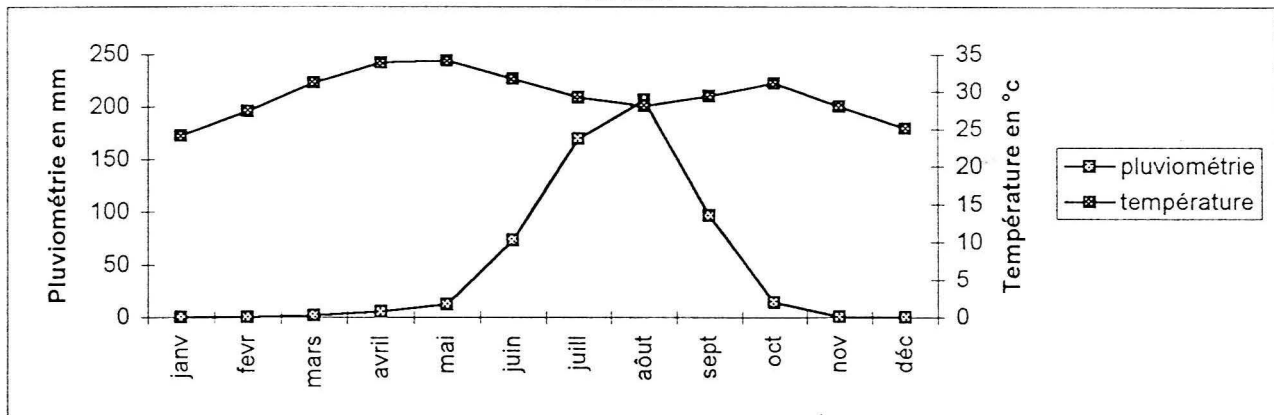
FILINGUE



TILLABERI



NIAAMEY



GAYA

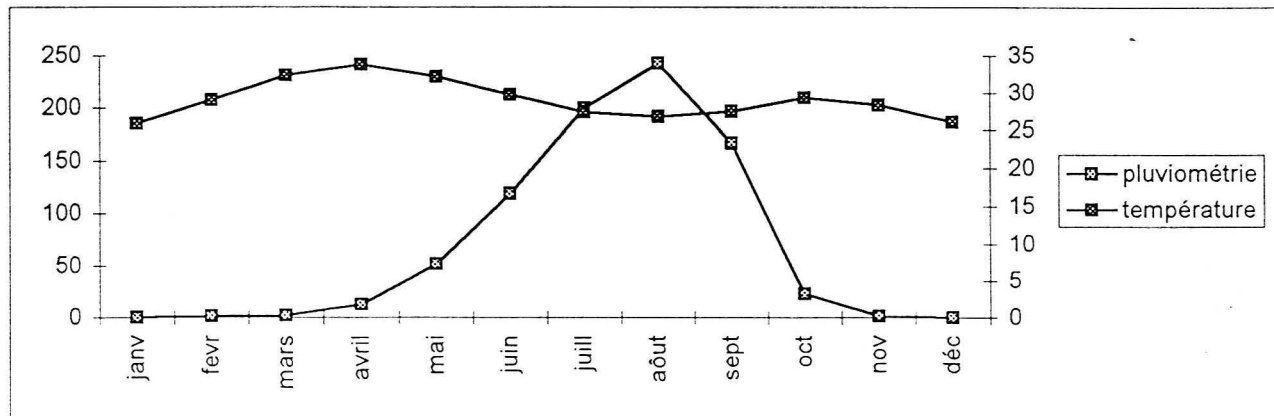


Figure n° 4 Courbes ombrothermiques des principaux postes de relevés météorologiques les plus proches des stations étudiées

Spécifiquement parlant du transect d'étude, la pluviosité moyenne calculée sur 30 ans passe de moins de 400 mm au voisinage du 15° de latitude, à un peu moins de 800 mm vers le sud (12° de latitude), selon MOUGENOT et d'HERBES, (1997), (**Figure n°5**). Et dans ce cadre, il faudrait distinguer globalement deux subdivisions climatiques (selon J. CHARRE, 1974 et RICHARD-MOLARD, 1956, complétés par SAADOU, 1990) qui portent sur les sites pilotes d'étude (**figure n° 6**) :

Climat sahélien (200 à 600 mm)

1. Nord sahélien (200 à 400 mm)

- de 200 à 300 mm : le site de Dingazi (Ouallam) latitude : 14° 11' N et 02° 30' E
- de 300 à 400 mm : le site de Dorobobo (Filingué) latitude : 14° 08' N et 02° 43' E

2. Sud sahélien (400 à 600 mm)

- de 400 à 500 mm : le site de Banizoumbou (Kollo) latitude : 13° 33' N et 02° 42' E
- de 500 à 600 mm : le site de Kouré (Kollo) latitude : 13° 20' N et 02° 35' E
- de 500 à 600 mm : le site de Tientergou (Say) latitude : 13° 02' N et 02° 11' E

Climat soudanien (600 à 1200 mm)

1.-Nord soudanien (600 à 900 mm)

- de 600 à 700 mm : le site de Kirtachi (Kollo) latitude : 12° 59' N et 02° 25' E
- de 700 à 800 mm : le site de Mossipaga (Say) latitude : 12° 43' N et 01° 39' E

13 Géologie-géomorphologie-pédologie

La zone d'étude s'étend sur trois régions géologiques qui sont : le **GOURMA**, le **LIPTAKO** et le **BASSIN des ILLEMINDEN**.

- **le GOURMA** est un bassin infracambrien formé depuis 400 millions d'années par des roches mères métamorphiques. Dans quelques endroits, il existe des couches de sédiments. Le Nord des arrondissements de TERA, TILLABERI et OUALLAM est concerné. Les formes de terre qu'on rencontre sont : au nord les dunes sablonneuses non orientées, au sud les petites collines et les plateaux découpés. Le fleuve Niger traverse ainsi le Gourma nigérien coupé de la région du Liptako par la rivière Gourmel.

- **le LIPTAKO** est caractérisé par des roches métamorphiques et ignées de la période précambrienne (formées il y a de cela presque 500 millions d'années). Les portions des arrondissements de TERA, TILLABERI et SAY sont concernées. Au nord des plaines sablonneuses, existent des dunes longitudinales et quelques buttes latéritiques (petites collines). A l'ouest, se rencontre une série des parties les plus élevées, ainsi que de buttes (orientées vers le nord et le sud), qui sont formées par des roches métamorphiques plissées et ignées. Les dunes et nappes de sable diminuent d'étendue.

- **le BASSIN des ILLEMINDEN** couvre une partie du département de Tillabéri ; au nord les dunes non orientées et longitudinales ; et au sud une série de plaines d'accumulation, de cuirasses latéritiques et des systèmes de plateaux.

Les unités de paysage et les unités morpho-pédologiques (au nombre de 22) rencontrées sont clairement définies par les études P4AS (AGRHYMET). Ces unités correspondent à des types de paysages définis à l'intérieur d'une toposéquence. Elles se caractérisent par un modèle et un

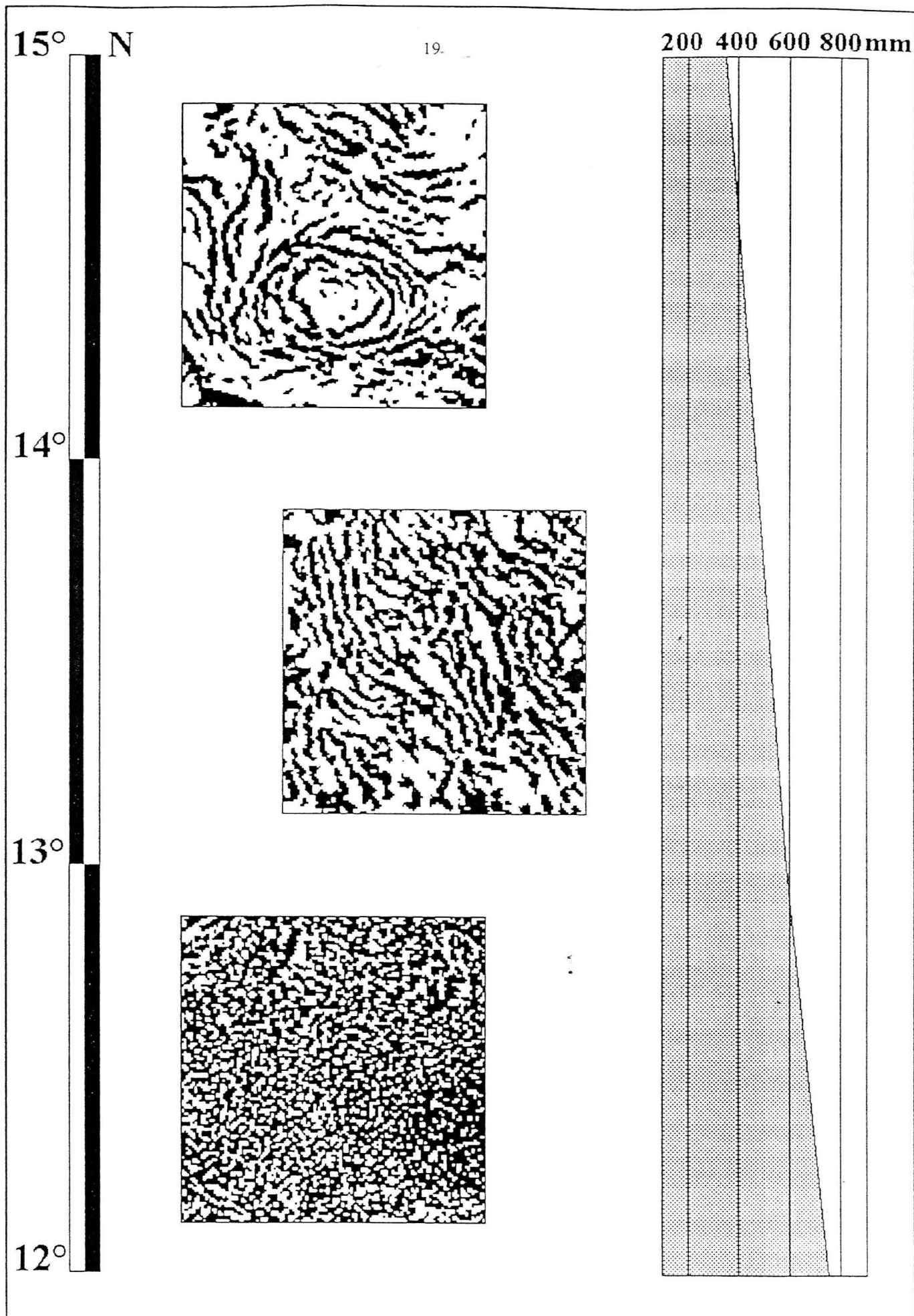


Figure n° 5 Représentation schématique du transect combinant la latitude, la pluviométrie et les trois principaux faciès de Brousses contractées (adaptée de MOUGENOT et al 1995)

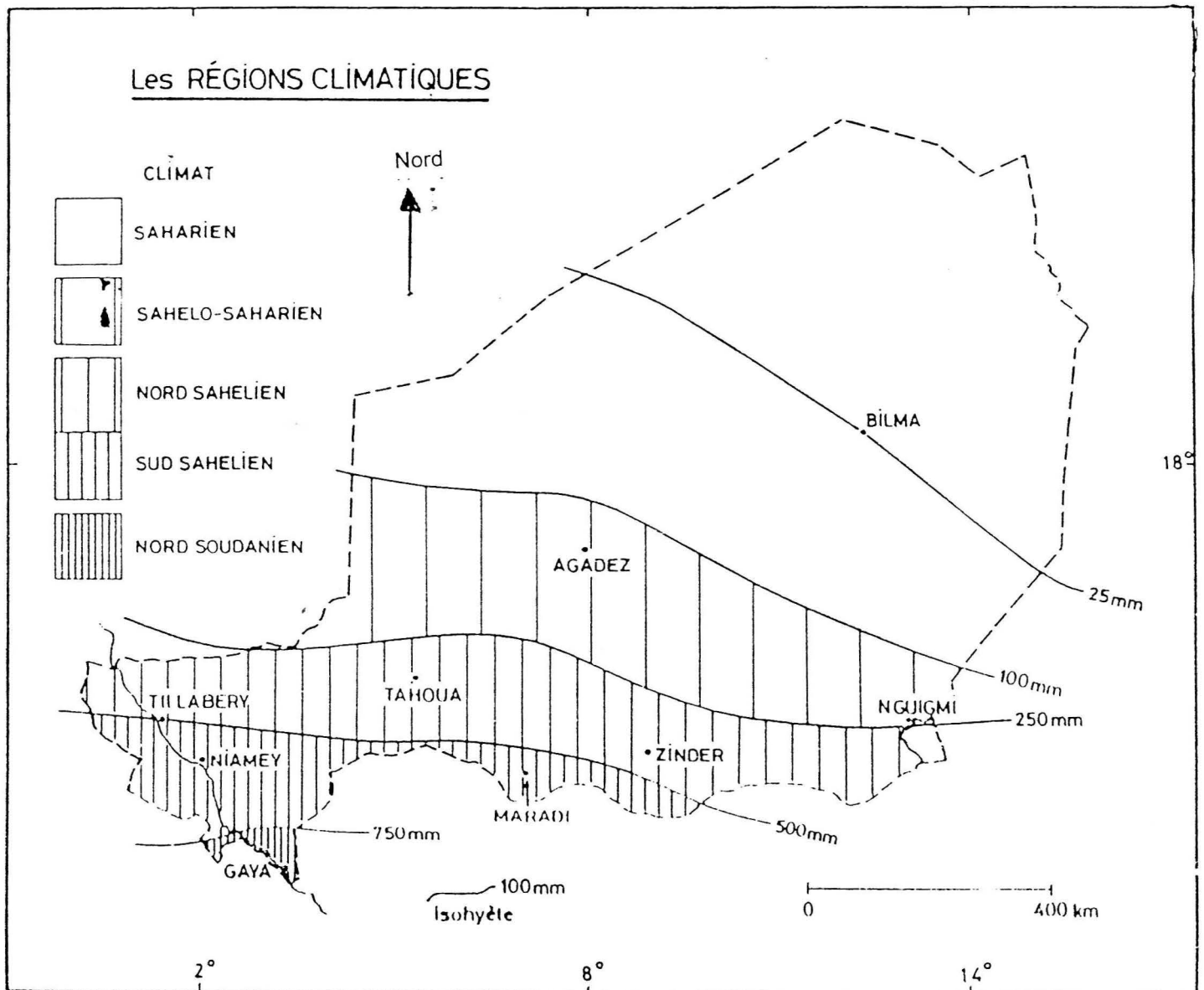


Figure n°6 Régions climatiques du Niger

Tirée de initiation à l'écologie (1982)
F. VAN DE PUTTE (IPDR Kollo Niger)

type de sol (ou association de sols) qui induisent une occupation du sol (couvert végétal, système cultural) en fonction des contraintes et aptitudes du milieu considéré. Ces unités correspondent à 5 ensembles principaux :

- **plaines alluviales**, cet ensemble correspond à la plaine du Niger et à ses affluents dans leurs parties avales. Caractérisé par un modèle de plaine alluviale, un régime d'inondation temporaire fluvial et pluvial, il repose sur un matériau fluviatile de texture variable. Il comprend quatre unités morpho-pédologiques : plaines inondables, terrasses inférieures, terrasses supérieures, bourrelets et glacis de berges ;

- **vallées fossiles (dallol)**, cet ensemble correspond aux grandes vallées sèches s'écoulant du nord au sud, généralement comblées par des matériaux d'origine éolienne. Le dallol comprend quatre unités morpho-pédologiques : plaines et vallées humides, dépressions et chenaux, terrasses sableuses, hautes terrasses et bordures ;

- **glacis**, c'est un ensemble occupant de vastes zones pénéplainées résultant de l'érosion des anciennes surfaces d'aplanissement (plateaux) sur matériau meuble généralement sableux et profond. Parfois remanié par le colluvionnement, l'épandage et l'alluvionnement, cet ensemble est très souvent affecté par d'anciens processus d'éolisation. Les glacis correspondent généralement à un ensemble de formations définies sous le vocable de formations sableuses du moyen Niger. Ici cinq unités morpho-pédologiques ont été définies : dépressions humiques, vallées secondaires, glacis sableux réguliers, glacis limono-sableux, glacis intermédiaires ;

- **plateaux et formations indurées**, cet ensemble comprend les plateaux proprement dits et leurs bordures (piémonts et/ou surfaces d'érosion inférieures). Ils correspondent à différentes surfaces d'érosion sur roche indurée (grès du Continental, grès infracambriens ou roches magmatiques du Précambrien), anciennes surfaces structurales liées à des niveaux oolithiques ferrugineux, (ROGNON 1976) ou sur cuirasse et horizon d'altération plus ou moins induré (carapace). Six unités morpho-pédologiques composent cet ensemble : plateaux supérieurs, plateaux moyens, plateaux sableux, buttes et plateaux démantelés, piémont des plateaux, surfaces d'érosion inférieures ;

- **formations éoliennes**, cet ensemble correspond aux zones affectées par une intensité d'accumulation éolienne au cours des phases successives du Quaternaire récent ou plus ancien. On distingue trois unités morpho-pédologiques qui sont : cordons dunaires récents, ergs anciens, glacis éolisés.

Sur le plan pédologique, les plateaux, sont surtout recouverts par des sols ferrugineux tropicaux. Ils sont assez évolués et se situent dans cette partie du pays, parce que les pluies sont plus abondantes et plus régulières. Les oxydes de fer s'individualisent et la matière organique subit une décomposition plus rapide. La plupart appartiennent aux groupes des sols non ou peu lessivés et se sont formés sur sable ou grès. Les horizons supérieurs, faiblement humifères, sont très décolorés alors que les horizons de profondeur sont fortement colorés par le fer. Ces sols se sont développés surtout sur d'anciens modelés dunaires très aplanis, couvrant ces plateaux gréseux du continental terminal ou du continental intercalaire. Assez pauvres, ils sont cependant très faciles à travailler grâce à leur texture sableuse et conviennent aux cultures peu exigeantes comme le mil et l'arachide. Mais ils sont fragiles et leurs horizons supérieurs sont parfois érodés par le ruissellement ou le vent. Dans beaucoup de cas, ces sols ferrugineux sont lessivés à concrétions. L'argile kaolinique et les oxydes de fer se sont alors accumulés en profondeur dans l'horizon B. Ces sols sont associés à des sols peu évolués gravillonnaires.

14 La végétation

Pour caractériser et situer les écosystèmes contractés des plateaux latéritiques de cette zone dans un cadre phytogéographique, nous nous sommes inspiré de la subdivision phytogéographique du Niger. Proposée par SAADOU (1990), elle tient compte de la trilogie : climat, flore et végétation, recommandée par TROCHAIN, (1970), et aussi d'autres données telles que :

- les diagrammes ombrothermiques de certaines stations climatologiques réparties sur le territoire national ;
- la carte climatique du Niger de CHARRE (1974) ;
- les isohyètes de la période 1951-1980 (30 ans), complétés par les données allant jusqu'en 1995 ;
- le substrat géologique et pédologique.

D'une façon générale, nous pouvons indiquer que les écosystèmes des plateaux étudiés se situent dans la zone biogéographique ouest africaine sèche. La famille des Combretacées y est fortement représentée : 80 à 85% des espèces ligneuses selon ICHAOU, (1995). La structure arbustive est à dominance de *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*. On y trouve également d'autres essences : *Combretum nigrican.*, *Annona senegalensi.*, *Piliostigma reticulatum*, *Boscia angustifolia*. La strate herbacée est dominée entre autres par *Zornia glochidiata*, *Eragrostis tremula*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida spp.*, *Brachiara spp.*

D'un point de vue phytogéographique, il faudrait situer la végétation de la partie occidentale du Niger à l'échelle de trois compartiments qui s'intègrent dans les subdivisions qui ont été proposées et reliées aux subdivisions climatiques vues dessus par SAADOU, (1990) :

- **Compartiment Nord-soudanien occidental** : Faciès de la végétation étudiée : Brousse diffuse (site de Mossipaga), Brousse persillée (site de Kirtachi). Nous nous limiterons à un extrait synthétique de SAADOU, (1990) pour donner les caractéristiques essentielles de ce compartiment :

Substrat : sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques et sables quaternaires au fond des vallées sèches et comme constituant des dunes fixées ;

Indice pluviométrique : au dessus de 600 mm ;

Végétation : Forêt sèche basse sur les plateaux latéritiques, forêts galeries sur les berges des Dallols et autres cours d'eau, forêt claire sur les terrasses argileuses méridionales et dans les toposéquences de vallées, savanes dans les vallées sèches et sur les dunes fixées surplombant les vallées.

Flore : *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Combretum collinum*, *Crossopteryx febrifuga*, *Afromosia laxiflora*, *Securidaca longepedunculata*, *Ostryoderris shulmanii*, *Dioscorea dumetorum*, *Costus spectabilis*, *Aloe buettneri*, *Zygotritonia crocea*, *Dioscorea quartiniana*, *Dioscorea praehensilis* sur les plateaux latéritiques. *Nauclea latifolia*, *Daniellia olivieri*, *Kigelia africana*, *Albizia chevalieri* dans les galeries. *Butyrospermum paradoxum*, *Neocarya macrophylla*, *Borassus aethiopum*, *Andropogon gayanus* dans les vallées sèches. *Vitex doniana*, *Sterculia setigera*, *Parkia biglobosa*, *Cymbopogum giganteus* sur les dunes fixées.

Les cultures vivrières principales sont : le mil (*Pennisetum americanum*) à épi long, cultivar haini kiré, le sorgho (*Sorghum bicolor*), le niebé (*Vigna unguiculata*) dont on rencontre plusieurs cultivars, le manioc (*Manihot esculenta*). Parmi les plantes spontanées,

on exploite pour l'alimentation humaine : *Butyrospermum paradoxum*, *Borassus aethiopum*, *Neocarya macrophylla*, *Parkia biglobosa*...

- **Compartiment Sud sahélien occidental** : Faciès de la végétation étudiée : Brousse structurée (site de Banizoumbou), Brousse persillée (station de Kouré) et Brousse diffuse (station de Tientergou) :

Substrat : Sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques, et sables constituant les dunes fixées, les terrasses sableuses et occupant le fond des vallées sèches ;

Indice pluviométrique : compris entre 400 et 600 mm ;

Végétation : Fourrés à Combretum sur les plateaux latéritiques, steppes sur les terrasses sableuses, dans les vallées sèches et sur les dunes fixées ;

Flore : *Guiera senegalensis*, *Commiphora africana*, *Combretum micranthum*, *Acacia macrostachya*, *Lannea acida*, *Croton zambezicus*, *Acacia ataxacantha*, *Combretum nigricans*, *Boscia senegalensis*, *Boscia angustifolia*, sur les plateaux latéritiques. *Hyphaene thebaica*, *Bauhinia rufescens*, *Annona senegalensis*, *Combretum glutinosum*, *Acacia albida*, dans les vallées sèches ;

Cultures vivrières : mil (cultivar "haini kiré") ; sorgho cultivar "el dalé" (blanc) et "janjaré" (rouge) ainsi que le sorgho à grain vitré ; le niébé.

Plantes spontanées exploitées pour l'alimentation humaine : *Leptadenia hastata*, *Balanites aegyptiaca*.

- **Compartiment Nord sahélien occidental** : Faciès de la végétation étudiée : Brousse structurée (sites de Dingazi banda et Dorobobo).

Substrat : Sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques, affleurement du socle dans les zones basses et dunes fixées.

Indice pluviométrique : compris entre 200 à 400 mm ;

Végétation : Fourrés à Combretum sur les plateaux latéritiques, steppes arbustives dans les zones basses et sur les substrats sableux ;

Flore : *Acacia raddiana*, *Acacia senegal*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Aristida mutabilis*, *Tragus racemosus*, *Tephrosia nubica*, *Cenchrus biflorus* sur les dunes. *Acacia seyal*, *Schoenefeldia gracilis* *Balanites aegyptiaca*, *Cordia sinensis* dans les zones basses.

Indiquons enfin, que la végétation contractée des plateaux de ces trois compartiments phytogéographiques, considérée comme des reliques sur le plan climatique, constitue la règle générale dans ce paysage. Même en dehors des plateaux, il est rare de rencontrer des couvertures végétales continues et homogènes

15 L'homme et ses activités

151 Histoire des peuplements humains

La partie occidentale du Niger représente une région charnière entre les climats tropicaux arides et humides. VERNET (1996) indique que cette région présente des paysages marqués par le passage progressif du Sahara au Sahel, selon un gradient qui évolue sans cesse, au gré des cycles climatiques. Le fleuve Niger, véritable axe de vie, impose sa marque et sépare en deux parties le sud-ouest nigérien. Le Zarmaganda, au nord, qui appartient au bassin des ILLEMINDEN est évidemment plus soumis aux influences sahariennes ; le Liptako, au

sud est lié au craton ouest africain. Cependant, la sédimentation du Quaternaire récent (alluvionnement des vallées et ergs anciens) et l'action de l'homme depuis des millénaires ont profondément modifié les paysages et la civilisation.

1511 Passé ancien

On savait fort peu de choses sur la préhistoire de cette région, comme l'a souligné GADO (1980). Les peuplements humains et leurs activités dans le passé ancien, font l'objet des séries de publications historiques notamment "LE SUD-OUEST DU NIGER" de la préhistoire au début de l'histoire de Robert VERNET, Etudes Nigériennes n° 56, qui donne une excellente synthèse des faits marquants :

- en 1949, MAYNY signale qu' « on ne connaît de cette vaste région... qu'un seul gisement à ce jour : celui de l'Est immédiat de Niamey... Il est inédit... C'est une industrie méridionale, soudanienne, principalement de quartz qui rappelle les trouvailles... dans les environs de Bamako et sur la Falémé... Elle comprend, outre quelques pièces de grès et d'une autre roche noire, polies (haches, molettes pyramides asymétriques etc.), toute une gamme de microlithes mal venus mais tranchants... Ce sont des outils de fortune : lames, couteaux, disques, racloirs » ;

- en 1957, DAVIES publie 10 outils du Sangoen de la carrière de Tondibia à Niamey même ;

- en 1967, le même auteur note des haches polies dans la région de Torodi et revient, pour douter, sur le site de Niamey, mais signale du matériel similaire près de Farié, en amont ;

- en 1966, de BEAUCHENE (1966) signale un autre site, probablement néolithique, dans le lit du fleuve à Niamey ;

- CHAMARD et COUREL (1975) notent : le Néolithique est rare, sinon absent au même titre que le Paléolithique... sur les formations dunaires de l'ouest du Niger en bordure du fleuve ;

- GADO (1980) publie une armature pédonculée de Gossogorou et des cupules sur des dalles rocheuses à Kareygoru. La pointe se trouve parmi les éclats de quartz qui accompagnent généralement les perles en quartz que l'on trouve en abondance dans la région. Cette armature de pointe de flèche qui semble être de faciès néolithique n'est peut-être pas sur son site d'origine authentique.

Ce dernier auteur s'interroge sur l'ancienneté des vestiges archéologiques de la vallée du moyen-Niger qui, à première vue, est pauvre en vestiges préhistoriques... Il faut noter que la plupart des sites à perles et à labrets en quartzite ont fourni jusqu'à présent des hachereaux, des fragments de meules, des bolas et une grande quantité de petites boules de pierre. Ces trouvailles non datées peuvent être néolithiques.

1512 Passé récent

Selon SAADOU (1990), il est indiqué que les peuplements actuels résultent des migrations très anciennes qui sont le fait de la désertification du Nord du pays. Les hommes ont donc migré vers des sites plus humides.

C'est au 7ème siècle avant J.-C. qu'apparurent les premiers états : le songhoi à l'ouest, le long du fleuve notamment.

A partir du début de ce millénaire se tissaient des relations économiques et humaines entre le Niger, l'Afrique du nord par l'Aïr, le Kanem. Le XVe siècle marquera la reconnaissance du songhoi.

152 Activités humaines en rapport avec la végétation

Le Niger occidental, correspondant globalement à deux départements du pays (Dosso : 31.000 km², Tillabery : 90.072 km²) comptent environ 2.601.469 habitants (source recensement général de la population 1988). Il représente l'une des zones les plus peuplées avec, 17,5 habitants au km² par exemple pour le département de Tillabéri. Du fait des conditions pluviométriques qui y sont les plus favorables pour le Niger, cette zone offre des perspectives importantes d'activités socio-économiques.

1521 Agriculture et élevage

Zone à vocation agro-sylvo-pastorale, la présence du fleuve Niger (et ses affluents) représente un atout important pour l'agriculture pluviale et irriguée. Au sud, l'agriculture reste fondamentalement l'occupation essentielle (culture céréalière de mil, sorgho et riz), contrairement au nord où se s'ajoute l'élevage.

1522 Faune

Sur le plan de la diversité biologique, la région abrite l'un des derniers troupeau de girafes de l'Afrique de l'ouest. La présence du fleuve Niger offre un important abri pour les oiseaux d'eau et d'autres espèces de faune (hippopotame, lamantin, et certains poissons...) Le parc national du W (200.000 ha pour la partie nigérienne) en constitue un important potentiel de faune.

1523 Feu de brousse

La partie nord de notre zone d'étude avec sa vocation pastorale, est soumise à une pratique des incendies occasionnels qui menacent les pâturages. Dans les zones sud à vocation agricole, les feux moins fréquents menacent surtout les formations forestières résiduelles, les zones de jachère. Des interventions actives et passives ont lieu chaque année par le service de l'environnement.

1524 Exploitation forestière

Le sud-ouest-nigérien, représente un cadre physique qui abrite l'essentiel des ressources forestières du Niger. Englobant un peu moins du 2/3 des surfaces forestières nationales selon ICHAOU, (1996), dont le 1/3 représente les formations des plateaux, cette zone est celle où sévit un grand problème environnemental. La déforestation, occasionnée d'une part par la mise en culture, et d'autre part par l'exploitation du bois-énergie, réduit sensiblement le potentiel existant. Heureusement que dans le cadre de la mise en application de la stratégie énergie domestique, un vaste programme de gestion durable a vu le jour depuis 8 ans. Il a permis, l'implantation d'une centaine de marchés ruraux qui participent à la gestion forestière dans cette région. Dans ce cadre, 150. 000 hectares de formations forestières contractées de plateaux sont sous aménagement. En dehors du projet de la rationalisation de l'exploitation des combustibles ligneux, existent d'autres projets d'aménagement forestier, notamment celui de la ronéraie du Dallol Maouri et celle du fleuve (27.000 hectares). Enfin il faut signaler la présence d'importants peuplements de palmier Doum dans le Boboye, divers parcs à *Faidherbia albida*, dont un contrôle plus conséquent commence à se mettre en place grâce à une gestion patrimoniale (association des populations riveraines et des services techniques).

2 - MATERIEL ET METHODES

21 Démarche méthodologique

Le cadre de notre étude est principalement défini sur une base phyto-écologique, car selon LONG (1974), c'est sans doute le plus facile à saisir dans sa généralité. A cet effet, et pour mieux réussir l'étude dans le contexte de changement d'échelle plus vaste, deux échantillonnages emboîtés ont été adoptés. Le premier, à une échelle régionale (transect latitudinal et pluviométrique, correspondant à un secteur écologique), sert de support au second qui lui est à une échelle locale (sites de plateau ou stations écologiques représentatives du faciès de brousse contractée étudiée).

Nous adoptons cette démarche, en référence aux travaux de LONG (1974), qui indiquent de façon synthétique que :

- **le secteur écologique** : la perception des critères de végétation et de milieu se précise dans le détail. L'accent est mis sur la structure de la végétation afin de définir taxonomiquement par l'indication des espèces dominantes, les principaux types structuraux. A ce niveau, les variables écologiques prépondérantes que nous avons considérées sont entre autres : les positions topographiques, les caractéristiques du climat local et les substrats de la végétation.

- **la station écologique** : perçue ici dans le sens de la terminologie des écologues, elle correspond à une surface où les conditions écologiques sont homogènes et où la végétation est uniforme. L'homogénéité de la station ou de la végétation, comme l'indique LONG (1974) est un problème qui préoccupe les écologues qui lui ont consacré de nombreuses études fondamentales, GODRON, (1971). En effet, une station est homogène lorsque chaque espèce peut y trouver des conditions de vie équivalentes d'une extrémité à l'autre et dans toute son étendue. C'est évidemment à ce niveau que les actions de l'homme et des autres êtres vivants sont le mieux perçues de façon significative. C'est pourquoi, nous nous sommes efforcés d'introduire des variables biotiques dans notre analyse. C'est aussi à ce niveau, que les études de la végétation, sa production, le fonctionnement de l'écosystème ont été menées.

22 Echantillonnage

A l'échelle régionale, la zone d'échantillonnage est constituée par le transect nord-sud d'environ 300 km de longueur. (**Figure 7**) Il appartient à la zone agro-pastorale du sud-ouest nigérien, dont on trouvera une description générale détaillée dans ICHAOU et d'HERBES (1997) ou d'HERBES et VALENTIN (1997).

Le long de ce transect latitudinal, mais aussi pluviométrique (un peu moins de 300 mm au nord, jusqu'à un peu moins de 800 mm au sud), 7 sites de plateaux ont été sélectionnés afin de déterminer les relations entre la structure de la végétation du faciès du site modèle, sa production, le recouvrement global, la pluviométrie, et certaines conditions écologiques, comme la topographie. A cette échelle locale, les transects secondaires de mesure recoupent au moins 6 séries de bandes-interbandes qui ont fait l'objet d'observation et d'inventaire.

Pour répondre à l'optique générale de notre stage qui vise surtout la maîtrise, le choix et l'application de certaines méthodes à un objet d'étude pour vérifier leur faisabilité sur le

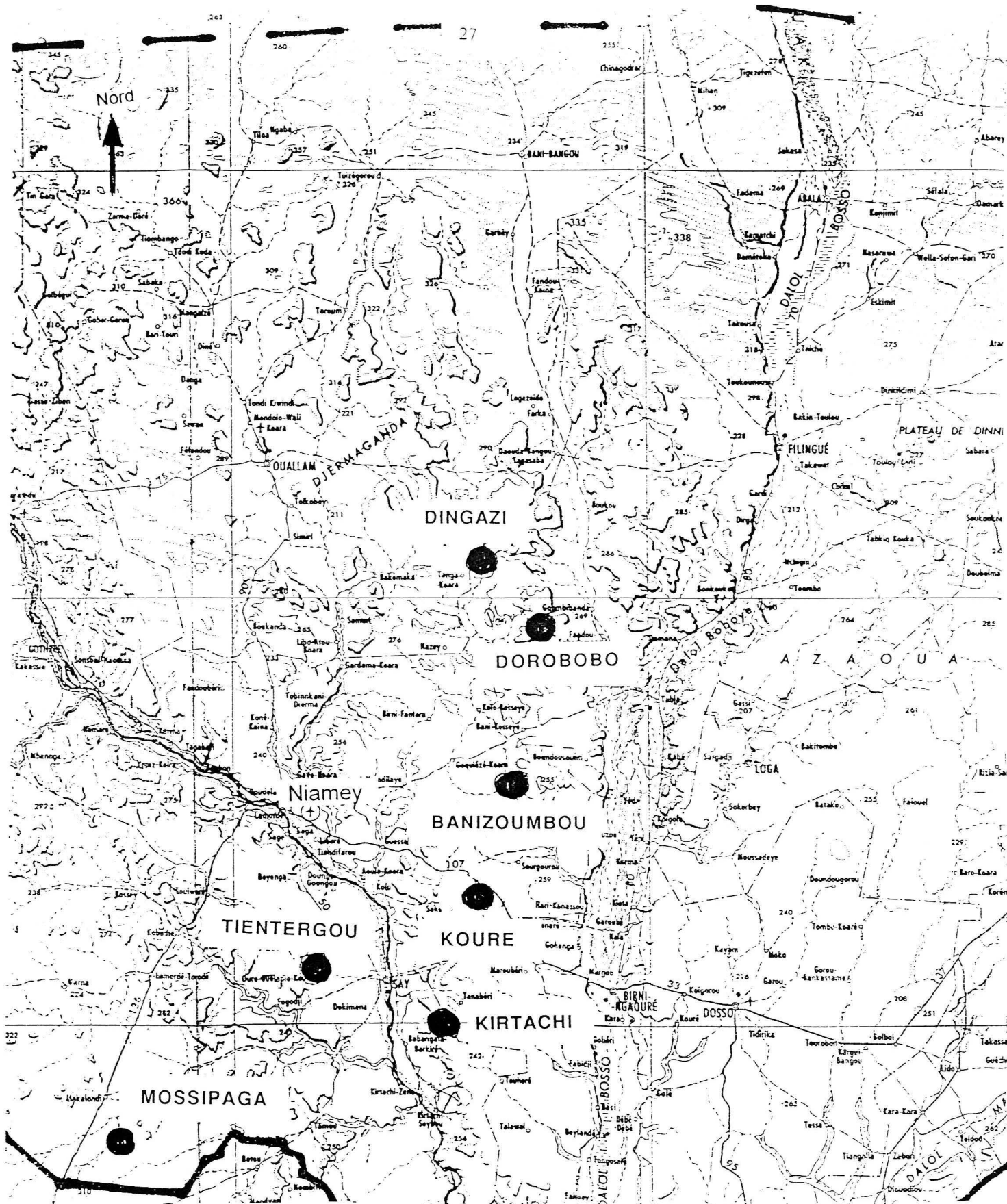


Figure n°7 Positionnement des sept stations écologiques étudiées sur le transect (sur une carte IGN, échelle 1/1.000.000)

plan scientifique, nous détaillons dans ce chapitre, toute la démarche, afin d'aboutir à un protocole et quelques résultats.

221 Mode utilisé pour l'inventaire de la strate ligneuse et la cartographie

+ Préalables définis en matière de cartographie et télédétection pour la sélection des sites de plateau (sites modèles)

Dans la perspective d'une capacité de connectivité de nos travaux à un réseau d'observation d'une échelle régionale (conformément aux recommandations de l'atelier international sur le fonctionnement et la gestion des écosystèmes forestiers contractés, tenu à Niamey en 1995), et de son extension à certains pays voisins (Mali, Burkina Faso...), l'appui d'autres spécialistes, notamment dans les domaines cartographie et télédétection était nécessaire. A cet effet, le changement d'échelle de l'optique d'une compréhension fine (échelle de la parcelle-bandes-transect) à une échelle d'une ou plusieurs images spot, sera admissible, par suite du couplage répété des travaux sol à une analyse de données de télédétections satellitaire et aérienne, communication verbale HAMANI, (1996).

Pour obtenir un maximum de succès, la procédure de sélection des sites a bénéficié donc d'une part de l'appui de l'antenne télédétection ORSTOM, d'autre part de celui de la cellule cartographie-télédétection de l'unité technique d'appui (Direction de l'Environnement) et de la cellule cartographie du Projet Energie II (vo). Ces appuis ont porté essentiellement sur la méthodologie, dans sa dimension détermination de l'emplacement des parcelles à travers une étude typologique plus fine.

C'est ainsi que dans une première étape, nous avons cherché à notifier l'existence de documents et des données satellitaires couvrant la zone. Ensuite, nous avons acquis tous les documents indispensables :

- documents cartographiques : cartes topographiques IGN (éditions 1975 et 1995) au 1/50.000 de toutes les zones couvertes de la partie occidentale du Niger, qui ont été utilisées lors de la prospection et pendant le tirage définitif des sites,

- données aériennes : photos (missions 1992 et 1975) au 1/60.000 couvrant tous les plateaux retenus, qui ont été utilisées pour le positionnement exact des parcelles sondées, la correction des photos et le calcul des taux de recouvrement. Elles nous ont permis de procéder à une interprétation pour déterminer trois principaux groupes de faciès.

Dans une seconde étape, nous avons effectué sur le terrain des séries de mesures et comptages préalables pour calculer les coefficients de variations des effectifs ligneux par hectare, des classes de diamètres de tiges ligneuses exploitables. Trente sites de plateaux différents ont été couverts par ces mesures des coefficients de variation (à raison de 10 sites par 100 kms d'étendue). Pendant cette étape, nous avons effectué des prises de points G.P.S, en prévision de la correction des photos aériennes.

Par la suite, les travaux de bureau ont permis la réalisation d'un certain nombre de mosaïques d'images spot (vue d'ensemble de la zone), et de photos aériennes (pour localiser les plateaux présentant un fort recouvrement ligneux).

+ Les trois principaux types de faciès retenus et les unités structurales étudiées

Il est opportun de rappeler que notre objet de recherche est une hypothèse de NOY-MEIR (1973). Ce dernier indique que la contraction de la végétation en zone aride était non seulement une nécessité, mais qu'elle pouvait également favoriser les conditions d'une production supérieure à celle d'une formation végétale uniformément répartie sur l'ensemble de la surface. Cette hypothèse a été vérifiée par ICHAOU (1995) à travers l'étude de la productivité forestière de deux sites ayant des faciès de brousses contractées : organisée en bandes et sans organisation particulière. Elle va être étendue et modélisée dans un contexte d'échelle plus grande, avec une prise en compte de la végétation dans son ensemble (strates ligneuse et herbacée). C'est pour cette raison que sur toute la longueur du transect, les différentes structures de formations contractées de plateaux ont été prises en compte et regroupées dans trois grands groupes de faciès qui vont suivre après la signification de quelques termes spécifiques à la littérature «Brousses Tigrées» :

Brousses Tigrées : désigne d'une façon générale les formations forestières contractées des plateaux.

Système structuré : couvre tous les faciès ayant un mode d'organisation linéaire ou en arc (Brousse tigrée typique, brousse tigrée à bandes larges) en rosace ou flexueux.

Système diffus : employé pour les faciès sans mode d'organisation particulière (brousse tachetée, diffuse). Les structures correspondantes sont ponctuées ou mouchetées.

Système persillé : couvre tous les faciès ayant un mode d'organisation intermédiaire entre les systèmes structurés et diffus.

Unité structurale : comprend deux phases (une qui est nue : linéaire ou en tache; une boisée identiquement représentée).

Unité fonctionnelle : une unité structurale vue sur le plan fonctionnement hydrologique, donc avec les caractéristiques d'état de surface où passe le ruissellement.

Bande : désigne l'une des deux phases (boisée ou nue) de l'unité structurale.

Bande boisée : se compose de l'amont vers l'aval d'une zone pionnière, un coeur de fourré et une zone de sénescence.

Séquence «type» : correspond à peu près à une bande boisée sur le plan fonctionnel, elle est définie par association des caractères de la surface du sol : CASENAVE et VALENTIN, (1992) et de la végétation : AMBOUTA, (1984) et THIERY et al (1995).

Groupe1 : BROUSSES STRUCTUREES (BIEN ORGANISEES EN BANDES)

Localisé entre les 13 et 15 ème degrés de latitude nord, ce groupe de faciès, caractérisé par des séquences modales bien nettes (unité structurale définie par CASENAVE et VALENTIN, (1992), comme une association des caractères de la surface du sol et de la végétation, AMBOUTA, (1984) et THIERY et al, (1995). Définie comme telle, elle se compose d'une bande nue et d'une bande boisée bien parallèles entre elles. AMBOUTA, (1984).

Groupe 2 : BROUSSES A STRUCTURES INTERMEDIAIRES (PERSILLEES)

Localisées exclusivement autour du 13° de latitude nord, ce groupe de faciès se compose de tous les faciès de transition entre les brousses structurées et ceux qui n'ont pas d'organisation particulière. C'est pour cette raison que les unités structurales se composent de bandes ou de taches de végétation à côté de zones dénudées. Située à l' isohyète 600 mm, pour un recouvrement de 50%, les brousses persillées vivent sur des pentes générales < 0,2%. Vues sur photos aériennes, elles présentent un faible contraste entre des bandes claires et foncées, des zébrures foncées assez régulières ou des formes géométriques en rosaces et même linéaires.

Groupe 3 : BROUSSES SANS MODE D'ORGANISATION PARTICULIERE **(OU DIFFUSES)**

Toutes localisées entre les 12 et 13° de latitude nord, ce groupe de faciès occupe des zones de plateaux à pentes très faibles voir nulles. Les unités structurales composées de plages boisées isolées ou reliées entre elles et de taches nues, sont assez multiformes et non évidentes dans beaucoup de cas. En effet les zones végétalisées ne prennent pas l'allure régulière en croissant, mais se présentent le plus souvent en taches anastomosées dues probablement à la très faible pente qui ne permet pas une redistribution du ruissellement dans un même sens, sous une pluviométrie plus importante. Sur photos aériennes, ce faciès présente des plages claires ovales ou circulaires.

Ces formations végétales contractées, bien mieux différenciées en vue aérienne qu'au sol selon MOUGENOT et al (1995), la distinction des différents faciès sur le terrain est une chose pas tout à fait évidente. A ce titre nous avons mis au point une méthodologie d'exploration rapide qui permet cette distinction. Elle consiste à parcourir un transect qui traverse perpendiculairement les unités structurales du faciès à identifier et des séries de petites transversales positionnées successivement dans le sens des bandes nues et boisées. Si les mesures et les comptages des ligneux, effectuées à un intervalle régulier sur les transversales, confirment :

- un étalement régulier d'espaces nus ou boisés sur toutes les transversales, le faciès est du type structuré ;
- un étalement suffisant d'espaces nus et boisés mais entrecoupés respectivement de bandes boisées et nues, il s'agit d'un faciès intermédiaire ou persillé ;
- l'absence d'étalement d'une transversale, sans tomber indistinctement sur des taches de végétation et des espaces nus, explique qu'il s'agit d'un faciès de brousse diffuse.

+ **Détermination des sept sites d'étude à travers le transect latitudinal et pluviométrique** : Sur la base des travaux cartographiques (prospection, mosaïques constituées, recouvrements ligneux calculés) et des calculs des coefficients de variation de certaines caractéristiques de la végétation, nous avons déterminé de façon précise les sites de plateaux et les unités structurales à étudier. Nous avons aussi fait intervenir les critères discriminatoires suivants, avant de ne retenir que les faciès potentiellement les plus productifs, en terme de bois-énergie :

- accessibilité du site par rapport à Niamey,
- représentativité du faciès par rapport au groupe de faciès auquel il appartient (variabilité sensiblement faible avec d'autres faciès du même type),
- existence d'un marché rural de vente de bois-énergie, pour conduire la recherche dans un contexte réel de gestion.

Ainsi, le dispositif qui porte sur la capacité de production des systèmes forestiers contractés après leur aménagement a été implanté en 7 sites (dont 2 entre le 14° et 15° latitude Nord, 3 entre le 13° et 14° latitude Nord, et enfin 2 entre le 12° et 13° latitude Nord), avec 48 unités de sondage, (4,8 hectares).

+ Positionnement des unités structurales étudiées

Phase technique qui rejoint les travaux préliminaires effectués, elle est essentielle pour l'étude. En effet, elle représente une base déterminante pour le relevé des différents paramètres de la station. La finesse des travaux à y mener exige une bonne précision, pour le

suivi ultérieur de la dynamique des unités de la station. Ce travail, conduit en deux phases (terrain et bureau), a mobilisé l'équipe de télédétection dans son ensemble :

* **au bureau** : il a été procédé à une identification à partir des photos aériennes des zones potentielles pour installer les unités de mesures. Ces zones devant être retenues en fonction de la présence de l'unité typologique du faciès de brousse tigrée à étudier, doivent aussi refléter les caractéristiques des conditions écologiques de la station. Après le choix de l'unité typologique cible, s'opère la matérialisation des layons et placettes sur les copies des photos. Ces dernières portant bien sûr, les repères de coordonnées géographiques prises au GPS sur le terrain.

* **sur le terrain** : repérage et matérialisation définitive des layons et placettes sur la base des travaux bureau. Après cette matérialisation, des points d'amers sont pris de façon précise sur chaque photo aérienne, pour permettre ultérieurement la correction géométrique des images issues des photos scannées. Il est important de noter que le choix des points GPS, est orienté sur des repères simples, stables et identifiables à la fois sur le terrain et sur les photos aériennes.

Le principe de cette démarche de positionnement et de la matérialisation définitive des unités de sondage est identique pour tous les sites. C'est pourquoi l'appui de l'équipe de télédétection s'est limité à la seule station de Dingazi Banda. Nous avons poursuivi l'opération sur les autres sites.

+ La méthode d'échantillonnage pour l'inventaire forestier et la cartographie

Ces deux opérations sont envisagées pour connaître la structure de la végétation et la répartition du stock ligneux sur pied des trois faciès de formations forestières contractées (tigrée, persillée et diffuse) en fonction de certains de leurs paramètres constitutifs.

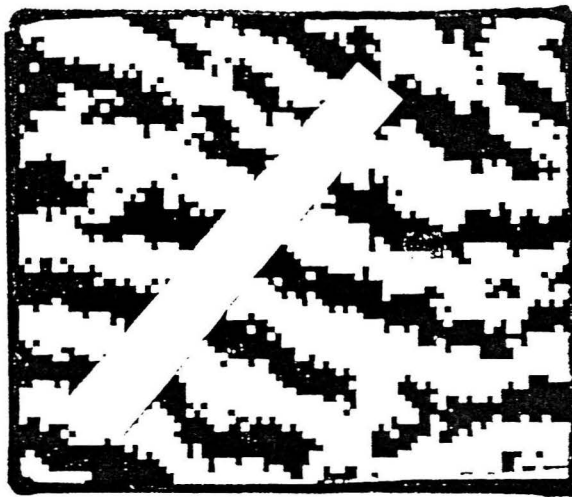
A cet effet, le dispositif défini (**Figure n° 8**) pour atteindre des objectifs écologiques et forestiers, a exigé un échantillonnage singulier, assez bien adapté pour rendre fiables les données recueillies.

Ainsi cette méthodologie d'échantillonnage repose sur :

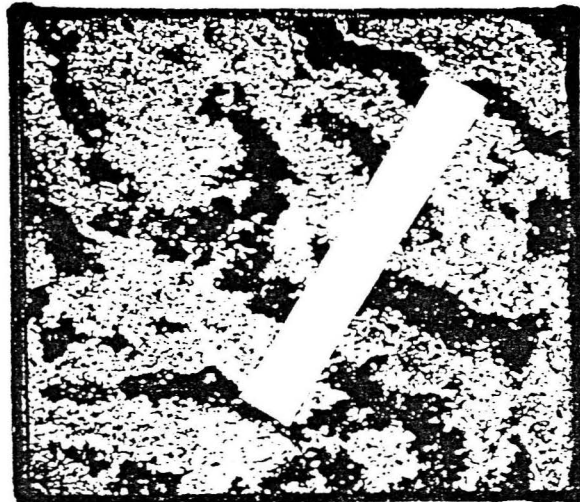
- la localisation d'un faciès type ayant des caractéristiques proches (coefficient de variation des effectifs/ha, la structure des classes de diamètres des tiges, contrastes) à celles de la majorité des faciès du groupe considéré ;
- l'existence d'une forte corrélation entre ces caractéristiques, en partant du fait que les potentialités forestières sont presque identiques,
- la forte probabilité des sites d'implantation des unités à générer le type de faciès à étudier.

Dans cette démarche, trois considérations essentielles sont prises en compte :

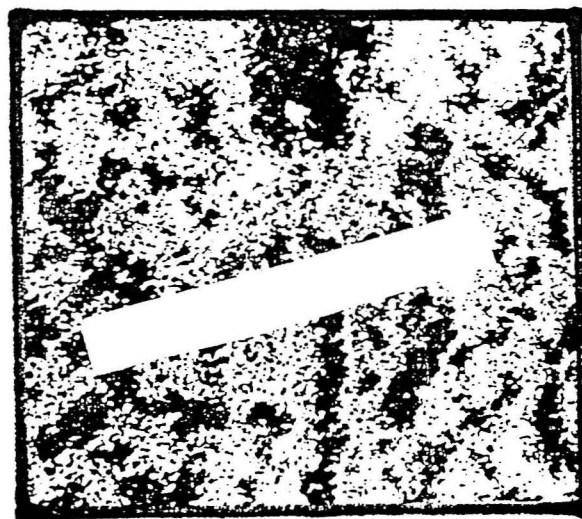
- représentativité forte des unités structurales du site étudié, par rapport à celles du groupe de faciès considéré, pour statistiquement réduire le taux de sondage ;
- tirage aléatoire (sur photos aériennes, Missions 1991 et 1992) des points de départ des transects pour chaque site sélectionné, de façon à traverser des séquences modales représentatives du faciès ;
- obtention des résultats crédibles et comparables entre les trois groupes de faciès.



Faciès de brousse tigrée



Faciès de brousse persillée



Faciès de brousse diffuse

Figure n°8 Méthodologie d'échantillonnage pour l'inventaire forestier et la cartographie du stock ligneux
(emplacement des unités de sondage par rapport aux unités structurales échantillonnées)

Les valeurs des coefficients de variation des variables étudiées, nous a permis de calculer le nombre minimum des unités de sondage nécessaires pour atteindre la précision que nous souhaitons. Sur cette base, nous avons procédé à l'implantation du dispositif (Figure n°9).

Dispositif :

La méthodologie d'échantillonnage relative à ce dispositif (qui vise à connaître la capacité de production des trois principaux systèmes forestiers contractés) prend en compte les préalables suivants :

- limites inférieures des mesures d'inventaire des populations ligneuses : tiges de diamètre < 6 cm. et les diamètres ≥ 6 cm pour les trois Combretacées,

- erreur acceptable déterminée = 11 à 12%,

- seuil de signification des résultats = 5%,

- les volumes à déterminer sur écorce.

- seules les trois espèces : *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* et *Guiera senegalensis* sont concernées par l'étude, les autres espèces ont été inventoriées dans un second temps.

Les autres facteurs considérés pour éviter d'affecter ce dispositif sont :

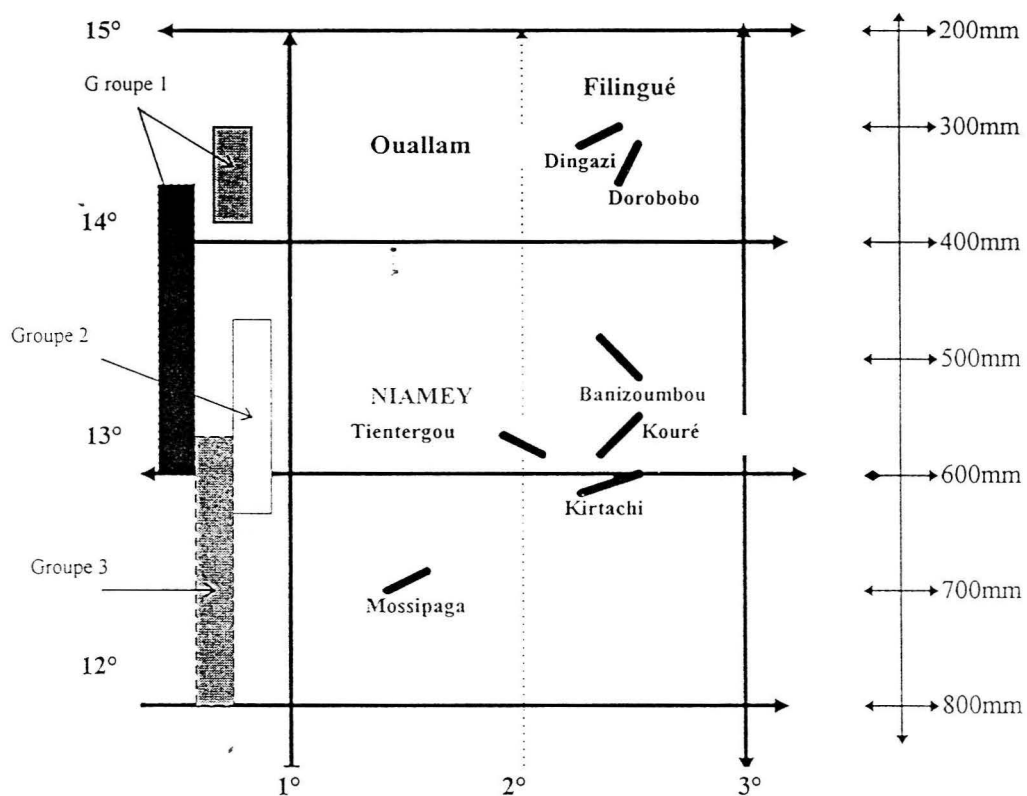
- précision des résultats connue,
- garantie des moyens de transport,
- personnel suffisant, qualifié (2 ingénieurs et 3 techniciens qualifiés),
- conditions matérielle et morale acceptables

+ Méthode d'inventaire



Il s'agit d'un sondage aléatoire stratifié à un degré avec des placettes de taille constante de 0,1 ha. Aussi, pour améliorer la précision des estimations à l'échelle des faciès et pour l'ensemble de la zone étudiée, une stratification s'est avérée indispensable. Compte tenu de l'étendue de la zone d'étude et pour éviter d'amalgamer des grandeurs issues de faciès de formations forestières contractées différentes, nous avons de façon intuitive constitué des peuplements homogènes à partir des mosaïques de photographies aériennes (datant de 1992). En effet, il faut reconnaître que les différentes strates se présentant généralement sous forme de tâches imbriquées, leur détermination dans la pratique n'est pas chose facile. Mais pour pouvoir tirer des échantillons indépendants, une stratification même imparfaite est préférable à son absence.

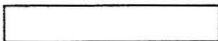
+ Choix du dispositif d'inventaire


Le dispositif d'inventaire forestier (utilisé aussi pour la cartographie des ressources ligneuses) est classique, aléatoire et pouvant fournir statistiquement des résultats comparables dans les limites d'erreur acceptable avec des moyens et un temps raisonnables.



Légende

Groupe 1 : brousses tigrées à bandes larges  typiques 

Groupe 2 : brousses persillées 

Groupe 3 : brousses sans organisation particulière (diffuses) 


 Station écologique (transect de mesure)

Figure 9 : Représentation schématique du transect latitudinal et pluviométrique (avec les aires géographiques occupées par les groupes de faciès)

Tableau n° 1 Taux de sondage par strate

GROUPES DE FACIES	SITES ETUDIES (PLATEAUX)	SURFACE ISOLEE (Ha)	TAUX DE SONDAGE PAR SITE (%)	TAUX MOYEN DE SONDAGE PAR GROUPE	NOMBRE D'UNITES DE SONDAGE
Groupe 1 Brousses tigrées structurées	DINGAZI	100	0.60	0.41 %	6
	DOROBOBO	150	0.40		6
	BANIZOUMBOU	250	0.24		6
Groupe 2 Brousses persillées	KOURE	100	0.80 (+)	0.77 %	8 (+)
	KIRTACHI	80	0.75		6
Groupe 3 Brousses diffuses	TIENTERGOU	36	2,22 (+)	2.22 %	8 (+)
	MOSSIPAGA	36	2,22 (+)		8 (+)

(+) présence d'un marché rural de vente de bois-énergie

Le calcul du nombre total d'unités implantées dans ce dispositif peut aussi se justifier sur la base d'un coefficient de variation moyen (à l'échelle du grand transect) de 40% entre les sites et d'une erreur définie de 11,5%, pour un nombre d'informations supérieures à 30 :

$$\text{Nombre minimum de placettes} = \frac{(\text{Coefficient de variation})^2 \times (t)^2}{(\text{Erreur})^2}$$

$$\text{soit : } 48 = \frac{(40)^2 \times (2)^2}{(11,5)^2}$$

222. Mode utilisé pour l'inventaire de la strate herbacée et l'évaluation de la phytomasse herbacée épigée

A l'échelle de chacune des sept stations, une méthode d'inventaire de la strate herbacée a été employée en deux étapes :

- pendant la première étape dite exploratoire, le faciès étudié est parcouru selon un itinéraire de quatre petits transects. D'une longueur allant de 300 à 800 mètres pour chacun, ces transects qui traversent perpendiculairement les zones boisées et nues, permettent de faire l'inventaire de toutes les herbacées rencontrées, et de procéder à une récolte d'échantillons d'herbier. Cette étape a été couverte à deux stades phénologiques différents (début août = phase de croissance végétative et fin août = phase de sexualisation de la majorité des espèces). Les passages à deux dates différentes permettent d'augmenter la précision des résultats, et une identification plus rigoureuse des espèces.

- la deuxième étape correspond à la récolte intégrale du matériel herbacé dans un carré de 1 m de côté posé au hasard dans les points de relevé. Elle a pour but de déterminer la densité des herbacées par unité de surface. Cette méthode a été particulièrement retenue compte tenu de la forte hétérogénéité dans la répartition de la végétation qui en fait un milieu

anisotrope. A ce titre, il faut rappeler que la séquence type (bande nue + zone boisée) qui est le milieu étudié, se compose de l'amont vers l'aval de :

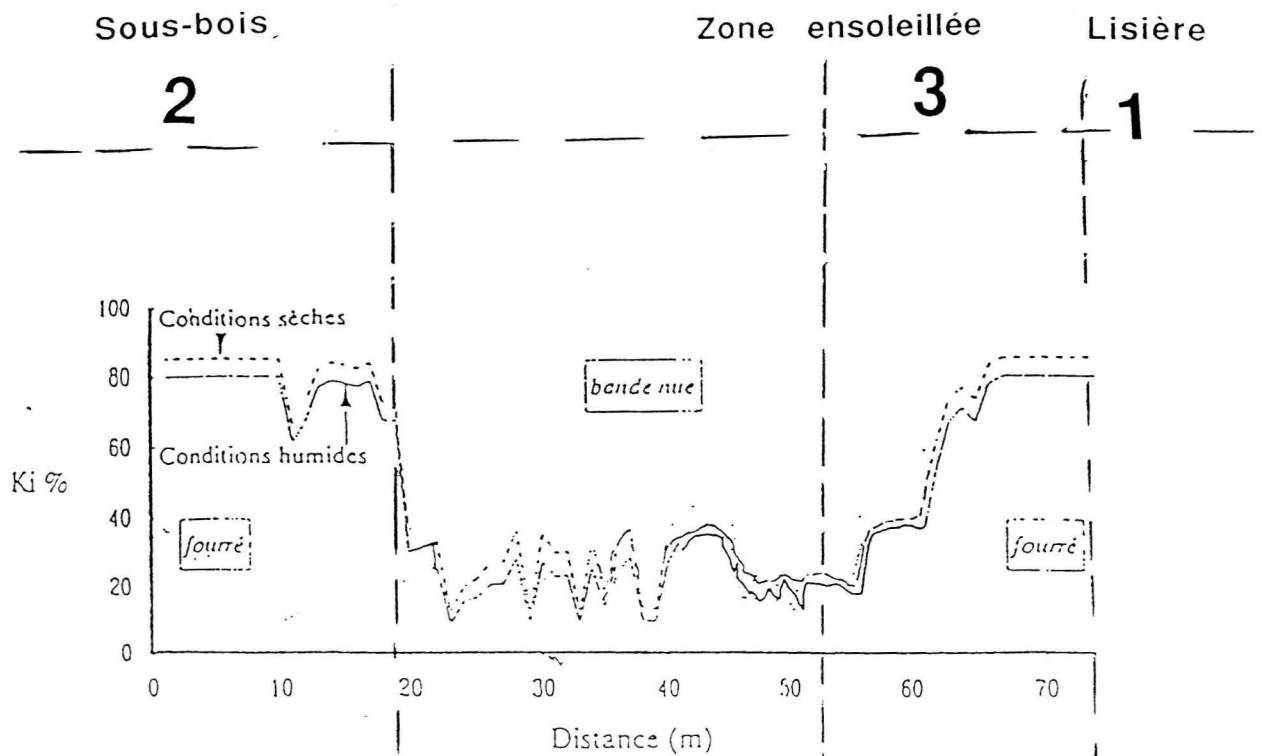
- + une zone de dégradation (ZD), à croûtes structurales fournissant un ruissellement important ;
- + une végétation ligneuse chétive ou morte justifiant sa dénomination de «frange à chicots», ou zone de sénescence ;
- + une zone de ruissellement principal (ZR), totalement dénuée de végétation et couverte de croûtes d'érosion ou gravillonnaire ;
- + une zone de sédimentation (ZS), parfois absente, caractérisée par des croûtes de décantation et également dénuée de végétation ;
- + une zone de front pionnier (ZP), appelée ainsi en raison de sa position dans la séquence, qui fait supposer des processus de colonisation amont, à dominance herbacée parsemée de jeunes arbustes, essentiellement de *Guiera senegalensis* ;
- + un corps principal de la bande boisée (ou zone centrale : ZC) formé en grande partie par des arbustes de *Combretum micranthum*, ainsi que par des grands arbres (*C. nigricans*, *Cassia sieberiana*). C'est évidemment cette dernière zone qui intéresse la production ligneuse.

La strate herbacée, que nous cherchons à étudier, se localise essentiellement, dans le front pionnier, le coeur du fourré ou zone centrale, et la zone sénescence (figures 10 et 11).

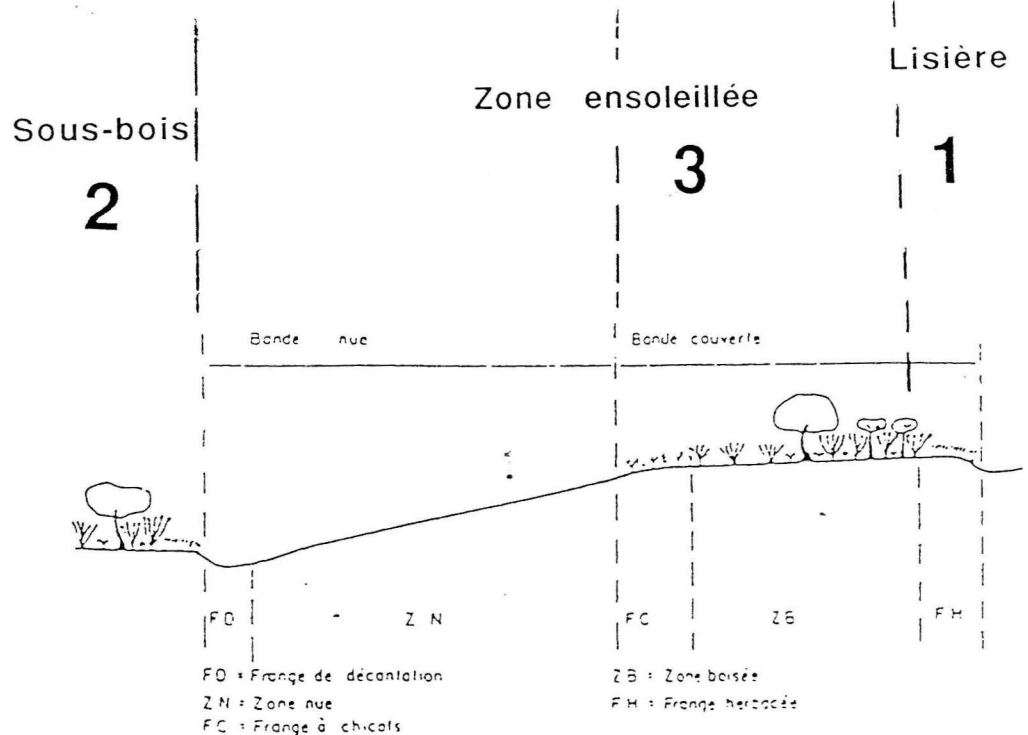
Ainsi compte tenu de la forte anisotropie de ce type d'organisation, cette méthode d'étude de la strate herbacée, a consisté à la pose au hasard d'un cadre de 1m² de surface à trois points de relevé situés : à la lisière (zone pionnière ou frange herbacée), au coeur du fourré (zone de sous-bois) et dans une zone ensoleillée (de faible couverture). Ces trois unités de relevé (carrés), avec deux répétitions (soit six carrés par station), ont été mises en place à une cadence d'une zone boisée sur deux jusqu'à couvrir tous les petits layons du relevé. A l'échelle de chaque carré, le matériel herbacé est identifié, les individus/espèce/m² sont comptés puis récoltés et pesés à l'état vert. Mise en sachet, la phytomasse épigée verte est directement passée à l'étuve (à 85°) jusqu'à un poids constant, pour déterminer le taux de matière sèche (MS). Cette méthode de récolte intégrale, appliquée à la période de fructification des espèces principales, paraît être la plus directe, simple et précise, même si elle est la plus ancienne dans la mesure de la phytomasse herbacée. Avec l'inconvénient d'être destructrice, longue et fastidieuse, elle constitue quand même un outil de terrain particulièrement fiable. Employée entre autre par GUINKO et ZOUNGRANA, (1987), elle semble aussi avoir donné des bons résultats, en des latitudes plus humides du Burkina Faso.

223 Mode utilisé pour le furetage et le cubage

Un système d'exploitation sélective (coupe par furetage) des tiges de diamètre ≥ 6 cm des trois Combretacées, a été appliqué aux 48 placettes réparties dans les 7 stations. La technique de coupe est celle traditionnellement appliquée par les bûcherons sur les marchés ruraux de vente de bois-énergie. Cette coupe réalisée à une hauteur ≤ 20 cm de la surface du sol, s'est faite avec une hache d'éclaircie, compte tenu de son poids léger qui évite de détacher l'écorce ou de provoquer l'éclatement de la souche. Après la coupe, les produits ont été directement façonnés. Les tiges principales et les branches ont été coupées en des bûches de 1 mètre de longueur, pour être classifiées et enstérées par catégories de diamètres. Il a été adopté des classes d'assortiments pour permettre d'obtenir :

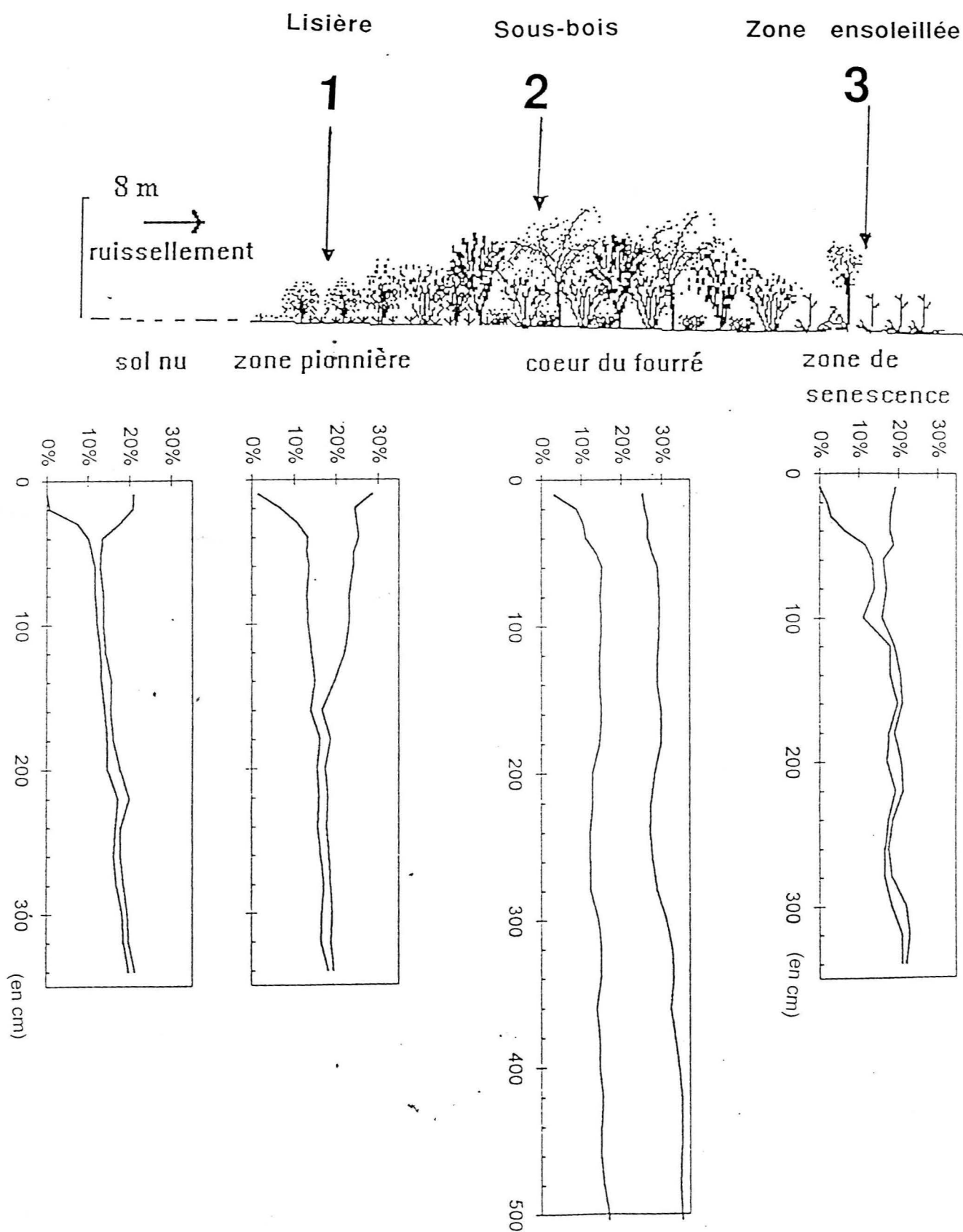


Coefficient d'infiltration (K_i) in COURALD et al 1990



Séquence modale du faciès brousse tigrée (d'après AMBOUTA 1984)

Figure n° 10 Position des points de relevé sur les herbacées : lisière (1), sous-bois (2) et zone ensoleillée (3) par rapport aux coefficients d'infiltration des principales parties d'une séquence modale de brousse tigrée de l'ouest nigérien



Profils d'humidité d'après S. GALLE et al (1995)

Figure n°11 Liaison entre les profils d'humidité du sol et les points de mesure de la strate herbacée à l'échelle d'une représentation schématique de la brousse tigrée

- les poids des différentes classes de diamètre, ainsi que ceux des produits ligneux résiduels ;
- les coefficients d'empilage selon les catégories de diamètres ;
- les volumes d'encombrement (en stère), les volumes pleins ;

23 Méthode et paramètres relevés au cours de la campagne

231 Choix et traitement des données spatiales

Après la sélection définitive des plateaux pilotes, le traitement des images correspondantes a été effectué par :

- La numérisation des données de base

Les données que nous avons retenues, étant dans un format analogique, cela représente une limite non seulement pour les besoins d'archivage et de conservation, mais aussi et surtout par rapport aux possibilités de traitement et d'intégration avec d'autres données dans un Système d'Informations Géographiques, HAMANI, (1996). Pour résoudre ce problème, les sources de données ont été numérisées (c'est-à-dire converties en format analytique).

Selon les deux sources de données à numériser, la technique est la suivante :

Pour les photos aériennes : les photos constituant des données sous un format raster, leur numérisation se fait par "scannérisation". Le principe consiste à passer la photo à scanner sous la vitre d'un scanner connecté à un P.C préalablement équipé à cet effet. Après cette phase, les images sont sauvegardées en format utilisable par le système existant. Ce format offre diverses possibilités de traitement automatique ou semi automatique. Elles constituent à cet effet, les données de base à utiliser pour la suite des travaux. La couverture des stations a été traitée par cette technique grâce à l'antenne de télédétection de l'unité Technique d'Appui de la Direction de l'Environnement.

Pour les cartes topographiques : les cartes étant sous un format vecteur, leur numérisation se fait de préférence par saisie des contours point par point appelée aussi digitalisation. Le principe étant basé sur la saisie interactive à l'ordinateur des points des contours des unités graphiques par l'intermédiaire d'une table à digitaliser. C'est ainsi que les cartes analogiques sont transformées en fichiers numériques qui constituent une base de données facilement intégrable avec d'autres bases dans un S.I.G. La digitalisation de l'ensemble des cartes a été réalisée par la cellule cartographie du Projet Energie II Volet Offre.

- Amélioration de la qualité visuelle des images

C'est un ensemble d'opérations qui parvient à améliorer la qualité visuelle des images, par l'extraction des fenêtres de travail sur chaque station, et la correction géométrique des images. D'une façon synthétique, le procédé consiste à :

* **l'amélioration des contrastes** : il s'agit d'un réétalement de la dynamique initiale de chaque image en vue d'augmenter le contraste. Son effet n'est que visuel, il ne génère en réalité aucune modification nouvelle sur l'image. Toutes les images de sortie ont subi ce traitement ;

***la correction géométrique :** les images brutes issues des photos aériennes présentent des anomalies géométriques liées aux conditions d'altitude de la plate forme (avion) lors de la prise de vue notamment le roulis, le lacet et le tangage. Elles ne permettent pas de ce fait une localisation et des mesures de distance ou de surfaces exactes. Pour répondre à ces contraintes et les rendre superposables à une carte ou toute référence, il y a alors nécessité de modifier leur géométrie : c'est la correction (rectification) géométrique. Le principe est basé sur la détermination d'une relation mathématique entre les coordonnées de l'image à corriger et leurs homologues dans le système de référence à partir d'un nombre limité de points d'amers. Le modèle de déformation polynomial de degré 1 a été retenu comme fonction de modélisation et les points G.P.S pris sur le terrain sont utilisés comme points d'amers. Vu le nombre des amers pris sur le terrain, seuls les layons et les environs immédiats ont pu être corrigés assez correctement sur les images des stations. Une correction rigoureuse et généralisée sur la totalité des sites nécessiterait au moins une redistribution et au mieux une augmentation du nombre des amers par station.

- la détermination des recouvrements ligneux par faciès et zone de passage des layons secondaires, sur la base du calcul automatique des indices de présence et d'absence de la végétation ;

232 Paramètres relatifs à la végétation ligneuse

Méthode et paramètres relevés au cours de cette campagne

La strate ligneuse représentant un repère plus sûr à cause de sa longévité nettement plus marquée que celle des herbacées, a été étudiée à travers deux inventaires :

- une première méthode d'identification et d'inventaire de toutes les espèces ligneuses a été appliquée. Elle consiste à parcourir tout le site pilote par des layons à partir desquels toutes les espèces forestières sont identifiées et notées. A deux passages espacés de quinze jours, cette méthode nous a permis de procéder à un inventaire plus ou moins exhaustif. Les sujets non identifiés, ou mal identifiés sont mis en herbier, pour une vérification et une confirmation au niveau du laboratoire.

- la deuxième méthode, portant aussi sur les sept stations (48 placettes), est beaucoup plus rigoureuse. Elle porte sur l'inventaire et la cartographie du stock ligneux des trois Combretacées étudiées. Les mesures faites doivent permettre de déterminer la taille des populations ligneuses de ces trois espèces. Cet inventaire de la strate ligneuse s'est fait à l'aide d'une perche télescopique graduée en centimètre d'une longueur totale de 6 m (pour la mesure des hauteurs moyennes et totales des arbustes), d'un ruban dendrométrique (pour mesurer les diamètres des tiges à 20 cm du sol et à hauteur d'homme) et des rubans simples (pour le repérage de l'arbuste sur la parcelle). Après avoir vérifié les coordonnées géographiques de l'unité de sondage, on enregistre tous les individus (des 3 espèces) ainsi que les coordonnées de repérage sur une fiche d'inventaire (voir annexe n°1) comportant les paramètres principaux suivants :

- nom scientifique de l'espèce,
- nombre de tiges totales.

- n° de chaque tige (brin),
- hauteur (en m) de chaque brin,
- diamètres de chaque brin (en cm) pris à 20 cm du sol et à hauteur d'homme,

Pour la cartographie du stock ligneux, tous les individus des trois espèces sont repérés sur la parcelle. Autour d'un axe central divisant la parcelle en deux dans le sens de la longueur (50 mètres), les emplacements des sujets sont mesurés perpendiculairement à cet axe. Aussi, pour un besoin de positionnement des arbustes selon sa localisation dans la zone pionnière, coeur du fourré, ou frange à chicot (ou zone sénescence), la placette est divisée en 10 carrés (de 100 m² de surface pour chacun) numérotés en chiffres impairs pour les carrés de gauche, et pairs pour les carrés de droite. (voir figure n°12).

Ayant travaillé dans la perspective d'une étude démographique des ligneux qui constitue une des composantes de base, les deux types d'inventaire de la strate ligneuse sont appliqués dans un esprit de complémentarité. Il est alors de rappeler les concepts et terminologies qui seront utilisés pour la description des strates ligneuses :

+ **liste floristique** : correspond à la liste des espèces herbacées et/ou ligneuses en présence dans un faciès donné ;

+ **types biologiques** : ils sont définis par la classification de RAUNKIAER (1916) qui les prédestinait à caractériser une végétation (expression d'un fait écologique par la notion du spectre biologique). Les terminologies utilisées en référence à SAADOU, (1984) et (1990), DAN DJIMO, (1997) sont :

- **Phanérophytes (P)** : ce sont les végétaux ligneux, pérennes, dont les bourgeons de rénovation sont situés à plus de 50 cm du sol. Ce type peut se subdiviser à l'échelle de nos stations en :

- + **nanophanérophytes (np)** : de 50 cm à 2 m,
- + **microphanérophytes (mp)** : de 2 m à 8 m,
- + **mesophanérophytes (mP)** : de 8 m à 30 m.

- **Chaméphytes (CH)** : ce sont les espèces ligneuses ou suffrutescentes pérennes, dont les bourgeons de rénovation sont situés à 50 cm au maximum, LEBRUN, (1947).

- **Hémicryptophytes (H)** : plantes pérennes dont les bourgeons de rénovation affleurent à la surface du sol.

- **Cryptophytes (Cr)** : ont des organes pérennants enfouis dans le sol ou dans la vase. Selon le mode d'enfouissement des organes, ils se subdivisent en :

+ **Géophytes (G)** : quand les bourgeons de rénovation sont enfouis dans le sol. A ce niveau aussi on distingue :

- * Géophytes rhizomateux (Gr)
- * Géophytes tuberculeux (Gt)
- * Géophytes bulbeux (Gb)

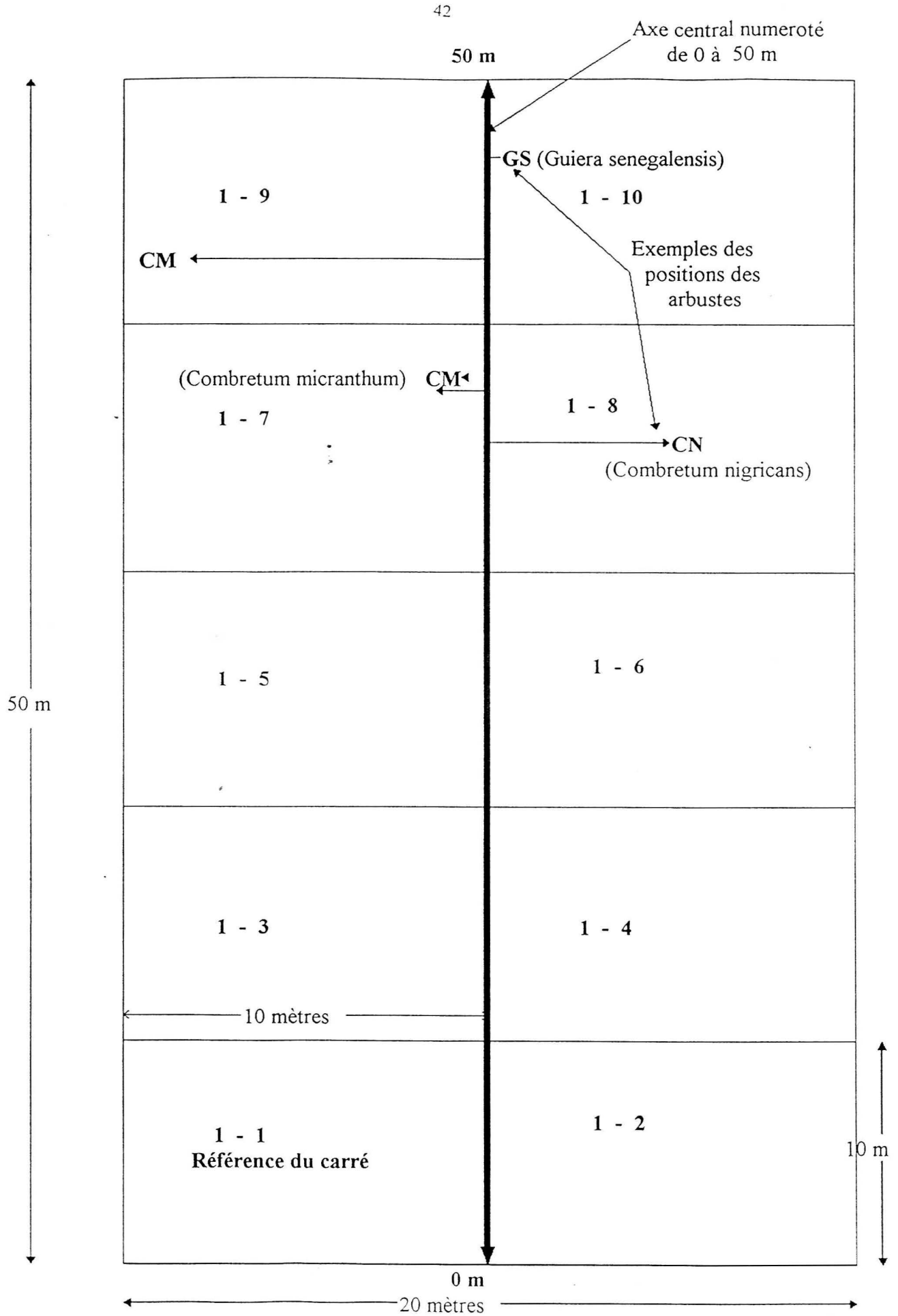


Figure n°12 Cartographie du stock ligneux

+ Hydrophytes (h) : dont la subdivision est assez diversifiée. GARBA, (1984) dans DANJIMO (1997) mentionne que : GUILLAUMET (1947) les subdivise par la forme des feuilles ; CAMEFORT (1977) et PORTERE (1951), par le degré d'immersion des feuilles. Compte tenu de leur nombre réduit à travers notre étude, nous distinguons :

* Les Hydrophytes stricts (**Hs**) qui couvrent les plantes rencontrées dans l'eau.

* Les Hydrophytes facultatifs (**Hf**) qui sont dans les milieux semi-aquatiques.

- Thérophytes (The) : Ce sont des plantes monocarpiques qui forment leurs graines ou leurs spores, au cours d'une seule période biologique, celle-ci n'excédant pas douze mois consécutifs. NEGRE, (1966), dans SAADOU, (1990)

+ les affinités biogéographiques : pour chacune des espèces, il sera donné la distribution par affinités chorologiques en Afrique et dans le Monde. Dans ce cadre nous nous sommes inspirés des travaux de AKE ASSI (1984), GUINKO (1984), SAADOU (1990) et les subdivisions mentionnées dans Kew Bull, 1974 dans DAN DJIMO (1997) pour adopter les annotations utilisées suivantes :

- Niveau mondial : répartition représentée par :

A : taxon africain

As : taxon africain et asiatique

AM : taxon africain et américain

Cosm : taxon cosmopolite

Pal : taxon paléotropical commun à l'Afrique, l'Asie, l'Australie, les Iles du pacifique

Pant : taxon pantropical rencontré sous tous les tropiques dans le monde

Autres : taxons rencontrés sur les autres parties du monde.

- Niveau africain : répartition adoptée selon les régions phytogéographiques suivantes :

SS : région Saharo-Sindienne , qui couvre la partie nord du continent, allant du sahara aux côtes sud méditerranéennes ;

SZ : région Soudano-Zambézienne, couvrant les domaines soudaniens et sahéliens de l'essentiel de l'Afrique tropicale, l'Afrique de l'est et les grands lacs. Elle couvre aussi le nord de la Namibie et de l'Afrique du sud.

GC : région Guinéo-congolaise qui couvre la frange sud-ouest du golfe de Guinée, de la Casamance au sud de la Côte d'Ivoire et du Ghana. Elle s'étale aussi du sud du Nigeria au sud du Cameroun, de la république Centrafricaine, du Zaïre, du Gabon et au nord de l'Angola.

Ca : région du Cap couvrant une frange à l'extrême sud de l'Afrique.

Ma : région de Madagascar couvrant toute l'île de Madagascar.

+ les caractères de la végétation : dans lesquels, nous nous baserons particulièrement sur :

* la structure : qui correspond à l'organisation spatiale et temporelle mais aussi horizontale et verticale de la végétation. La structure horizontale, ayant été utilisée comme point d'appui pour les mesures des herbacées (sous-chapitre 222), nous utiliserons en plus ici l'organisation verticale qui correspond à la stratification aérienne de la végétation. Trois strates peuvent être identifiées dans notre étude et de bas en haut :

1- la strate I ou strate herbacée, qui est de composition mixte herbacée. Comportant également des plantules d'arbres et arbustes, elle ne dépasse guère 1 m de hauteur sauf dans quelques rares cas.

2 - la strate II ou strate arbustive, constituée d'arbustes et d'arbrisseaux de taille variant de 1 m à 8 m.

3 - la strate III ou strate arborescente constituée d'arbres dont la hauteur dépasse 8 m.

* le faciès : qui correspond à la physionomie de la végétation,. Il est nettement influencé par la structure spatiale horizontale de la formation contractée.

* l'indice de SIMPSON qui représente un facteur de caractérisation des différentes structures, par les mesures des unités fonctionnelles parcourues sur les transects secondaires. En effet, pour toutes les trois structures, la même fréquence des unités fonctionnelles se retrouve sensiblement de la façon suivante : zone nue, zone de dégradation, zone centrale et zone de sédimentation. A l'échelle du faciès de brousses persillées, le démantèlement du plateau provoque quelques perturbations à cette cadence répétitive. Cet indice, est un élément de la description du faciès à partir de la fréquence de chacune de ces unités fonctionnelles rapportée à la longueur totale du transect secondaire de mesure. SIMPSON indique que pour mesurer la diversité, cet indice dont l'expression est la suivante est satisfaisant :

$$C = 1 / \sum_{i=1}^S [ni / N]^2$$

Dans cette formule S correspond au nombre total d'espèces présentes dans le peuplement, ni le nombre d'individus de l'espèce de rang i et N est le total de ces individus. Nos calculs sont faits avec S = nombre total d'unités fonctionnelles, ni la longueur cumulée (m) de l'unité fonctionnelle numéro i et N la longueur totale du transect secondaire dans le faciès.

En effet, selon RAMADE, (1984) dans DELBAERE (1994), la connaissance de la diversité revêt un intérêt essentiel dans la description de la structure d'un peuplement.

+ le coefficient de similitude de JACQUARD (K) : qui permet de dégager les espèces communes à deux groupements écologiques, et ainsi tirer le degré de liaison parentale entre les deux listes floristiques. Il est donné par la formule suivante :

$$K = N_{XY} / [(N_X + N_Y) - N_{XY}], \text{ où :}$$

N_X = nombre des espèces de la liste floristique de l'un des milieux (faciès dans notre cas)

N_Y = nombre des espèces de la 2ème liste floristique,

N_{XY} = nombre des espèces communes aux deux milieux.

Pour les besoins de l'analyse, il faudrait considérer que : plus K est élevé plus le lien de parenté floristique entre les deux milieux est réellement existant.

3 - RESULTATS

31 Dans les domaines de la cartographie et de la télédétection aérospatiale

311 Typologie des structures et traitement des images

Si les applications de la cartographie et de la télédétection nous ont servi comme préalables à la mise en place du dispositif expérimental, il n'en demeure pas moins qu'elles ont généré des outils importants. En effet, jusqu'à présent les typologies de structures de brousses tigrées existantes précisent l'étalement des faciès dans un cadre très global de l'ouest nigérien. La figure 9 qui résulte des calculs des coefficients de variation des populations ligneuses et des traitements cartographiques des mosaïques d'images aériennes, constitue un résultat en ce sens, qu'elle donne des précisions sur l'étalement spatial des faciès, ainsi que les zones de leur transition, par là même les filiations possibles. Aussi, le traitement des cartes topographiques et images aériennes nous permis d'obtenir les résultats qui figurent en annexes n°2 à 15.

312 Recouvrement des différents faciès étudiés

Sur la base d'un seuillage automatique en deux classes (végétation et sol nu) de petites fenêtres extraites des images et centrées sur les layons (placettes), on détermine le taux de "présence-absence" de la végétation. Cette méthode estime le taux d'erreur entre 6 à 10 % (les erreurs liées à la photo aérienne, celles du scannage, du seuillage étant toutes considérées). Le recouvrement obtenu sur chaque layon est comparé à un recouvrement moyen calculé sur toute l'unité typologique en vue de la validation des résultats obtenus. Les résultats sont consignés sur le tableau n°2 :

Tableau n° 2 Taux de recouvrement ligneux moyen par layons et par unités typologiques.

Sites	Recouvrement en% du layon 1	Recouvrement en % du layon 2	Recouvrement moyen de l'unité (%)
Dingazi Banda	40	38	39
Dorobobo (*)	43	-	36
Banizoumbou	42	43	43
Kouré (*)	42	-	41
Kirtachi (*)	51	-	46
Tientergou (*)	52	-	51
Mossipaga	83	82	88

N.B : (*) marque les sites où il n'existe qu'un seul layon

Sur la base de cette même technique, les recouvrements moyens estimés à l'échelle du transect et par unité typologique (**figures n° 13 et 14**) correspondent aux classes suivantes :

Unité typologique Brousse tigrée (Faciès structuré) = 40.5%±3.5%

+ brousse tigrée à bandes larges: 37% < Recouvrement < 41% (moyenne = 39 ± 2%) ;

+ brousse tigrée typique : 41% < Recouvrement < 44% (moyenne = 42.5 ± 1.5%).

Unité typologique Brousse persillée (Faciès persillé) = 46.5% ± 5.5%

Unité typologique Brousse diffuse (Faciès diffus) = 70% ± 20%

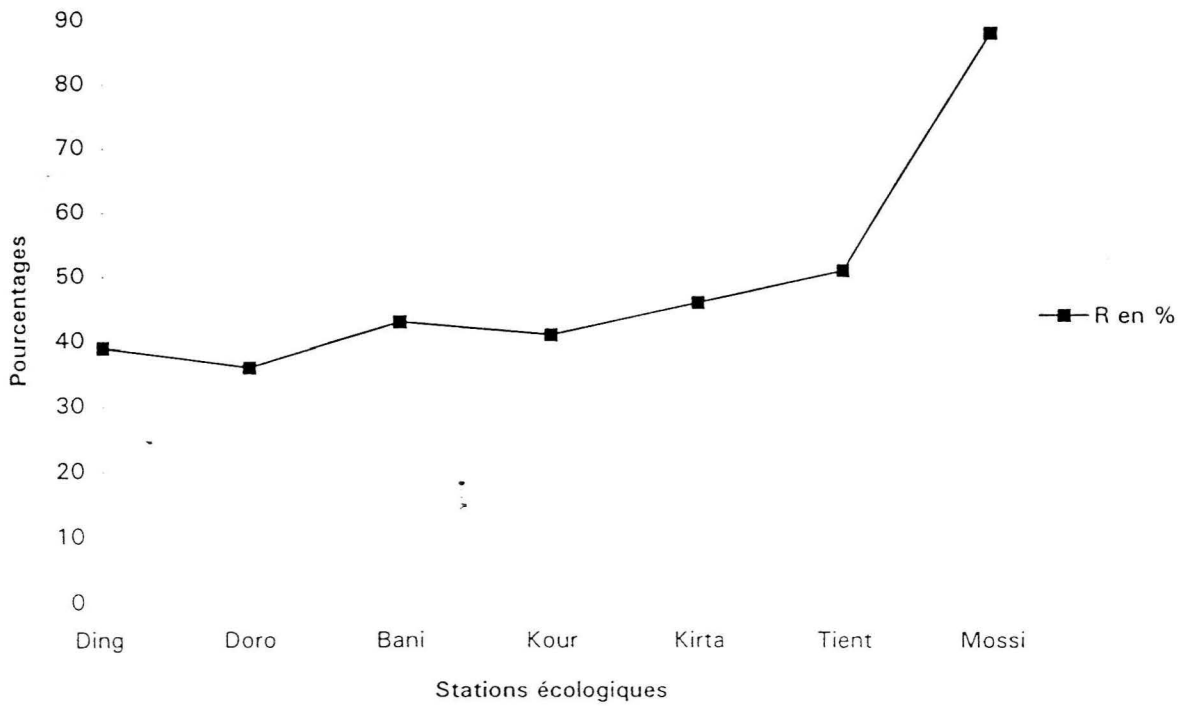


Figure n° 13 Recouvrement ligneux moyen par unité typologique des formations forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien

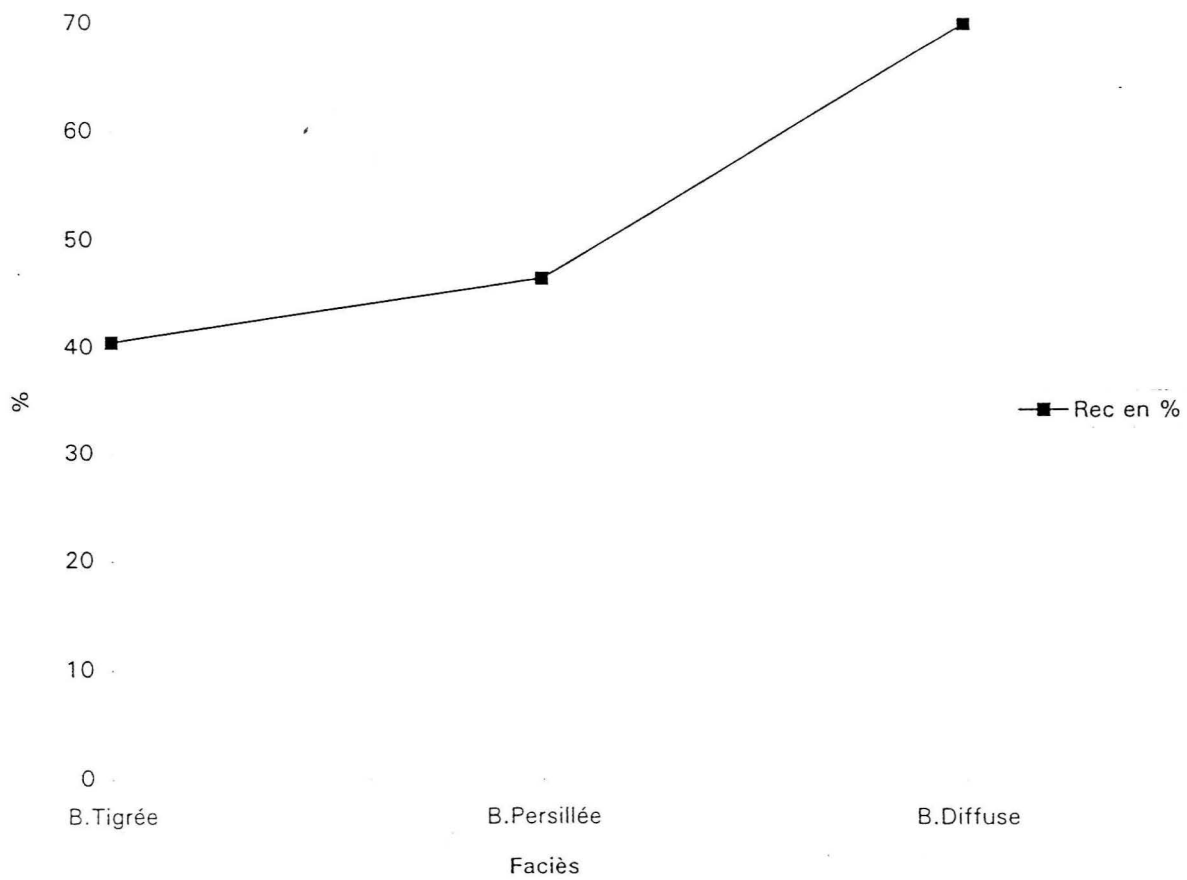


Figure n° 14 Recouvrement ligneux moyen par faciès du transect latitudinal et pluviométrique

313 Transfert des images obtenues dans un S.I.G

Un des objectifs attendus dans ce travail de télédétection, étant principalement de permettre l'intégration de données multi-sources, en finalité nous avons pu transférer les images générées dans un S. I. G. Comme résultat final, il faut souligner qu'un produit important vient d'être généré. En effet, ces images vectorisées combinent à la fois l'avantage de présenter tous les éléments récents d'occupation du sol. Aussi, il faut rappeler que les vecteurs sont beaucoup plus proches des réalités cartographiques. Ces images constituent une base de données intégrables avec des données exogènes (écologiques, socio-économiques, etc.) moyennant bien sûr un géocodage de chacune. Le géocodage est un traitement permettant le géoréférencement de chaque image (le logiciel Idrisi est disponible à l'unité technique d'appui). Mais au préalable de cette opération, une mission spécifique de terrain se fera pour prendre les coordonnées des quatre coins de chaque image vectorisée.

32 Etude de la démographie des ligneux

321 Composition spécifique ligneuse des trois faciès

Les deux types d'inventaires de la strate ligneuse se sont focalisés à quatre niveaux ou zones hiérarchisées. Selon les modes d'organisation des trois faciès (structuré, persillé et diffus), les comptages et mesures ont porté sur :

- le fourré ou zone boisée : ayant un couvert ligneux dense constitué principalement de : *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis*, *Acacia ataxacantha*, *Acacia pennata* et *Acacia macrostachya*;
- la zone de sénescence (frange à chicots, ou zone aval du fourré) : constituée par les sujets les plus âgés (ICHAOU, 1995) ou sénescents de : *Boscia angustifolia*, *Combretum micranthum*, et *Boscia senegalensis* ;
- le front dynamique (front pionnier ou d'avancement du fourré ou frange herbacée), constitué essentiellement d'espèces pionnières : *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum* d'âge moins avancé par rapport aux autres sujets identifiés sur ces formations ;
- la bande nue ou zone nue couverte par quelques herbacées en nombre réduit porte rarement des ligneux.

La composition spécifique ligneuse des trois faciès (**figure n°15**) accusant une variation assez importante et graduelle (du 15^{ème} au 12^{ème} parallèle) comporte respectivement pour :

le faciès structuré (mode d'organisation structurée)

22 essences représentant 11 familles et 14 genres (**Liste n°1 en annexe**). Au niveau de ce faciès les principaux représentants sont :

- | | |
|--|----------|
| - <i>Combretum micranthum</i> | = 78% ; |
| - <i>Guiera senegalensis</i> | = 9,1% ; |
| - <i>Combretum nigricans</i> | = 6,1% ; |
| - espèces du genre <i>Acacia</i> (<i>ataxacantha</i> , <i>pennata</i> , <i>macrostachya</i>) | = 5,1% |
| - autres espèces (environ) | = 1,7 % |

Soit une représentation globale des Combretacées de 93,2%.

le faciès persillé (mode d'organisation intermédiaire)

27 essences représentant 15 familles et 22 genres (**Liste 2 en annexe**). Les principaux représentants à ce niveau sont :

- Combretum micranthum = 81% ;
- Guiera senegalensis = 13,5% ;
- Combretum nigricans = 2,3% ;
- divers Acacias (ataxacantha, pennata, macrostachya) = 2 %
- autres espèces (environ) = 1,1 %

Soit une plus forte représentation globale des Combretacées de 96,8%.

le faciès diffus (sans mode d'organisation particulière)

46 espèces issues de 18 familles et 35 genres (**Liste 3 en annexe**). A ce niveau les principaux groupes présents sont :

- Combretum micranthum = 69% ;
- Guiera senegalensis = 20% ;
- Combretum nigricans = 6,8% ;
- divers Acacias (ataxacantha, pennata, macrostachya) = 1 %
- autres espèces (environ) = 3,2 %.

Soit une représentation globale sensiblement équivalente des Combretacées de 95,8%.

La synthèse sur la composition spécifique ligneuse à l'échelle des trois faciès (**figure n° 16**) donne une représentation moyenne de:

- Combretum micranthum = 76% ;
- Guiera senegalensis = 14,2% ;
- Combretum nigricans = 5,06% ;
- divers Acacias = 2,7% ;
- autres espèces = 2%.

Ainsi la composition spécifique ligneuse obtenue dans le cadre de cette étude corrobore les résultats obtenus par ICHAOU, (1994 - 1996) et confirme l'appellation des formations à Combretacées donnée à ces écosystèmes. Il va de soi que cette forte représentation des essences de la famille des Combretacées (95% en moyenne), nous a permis de donner une orientation à l'échantillonnage de l'étude de la production des communautés végétales ligneuses (en particulier sur les trois essences dominantes). L'analyse des échantillons ainsi considérés, pourrait nous permettre de vérifier leurs réponses positives aux critères d'homogénéité et de représentativité (SAADOU, 1997), d'où l'orientation des études sur la productivité ligneuse de ces écosystèmes de plateaux, sur ces espèces .

D'un point de vue de détail, nous avons enregistré 48 espèces ligneuses qui se retrouvent dans 19 familles et 36 genres (**Liste n° 4 en annexe**). En terme de nombre de représentants par famille, les familles dominantes sont : Mimosacées = 9 essences ; Combretacées = 8 essences ; Caesalpiniciacées = 5 espèces ; Rubiacées et Cappariadacées avec chacune 4 essences ; Tiliacées, Asclepiadacées; Bombacacées ; Anacardiées avec 2 espèces pour chacune. Les 10 autres familles restantes ont chacune un représentant.

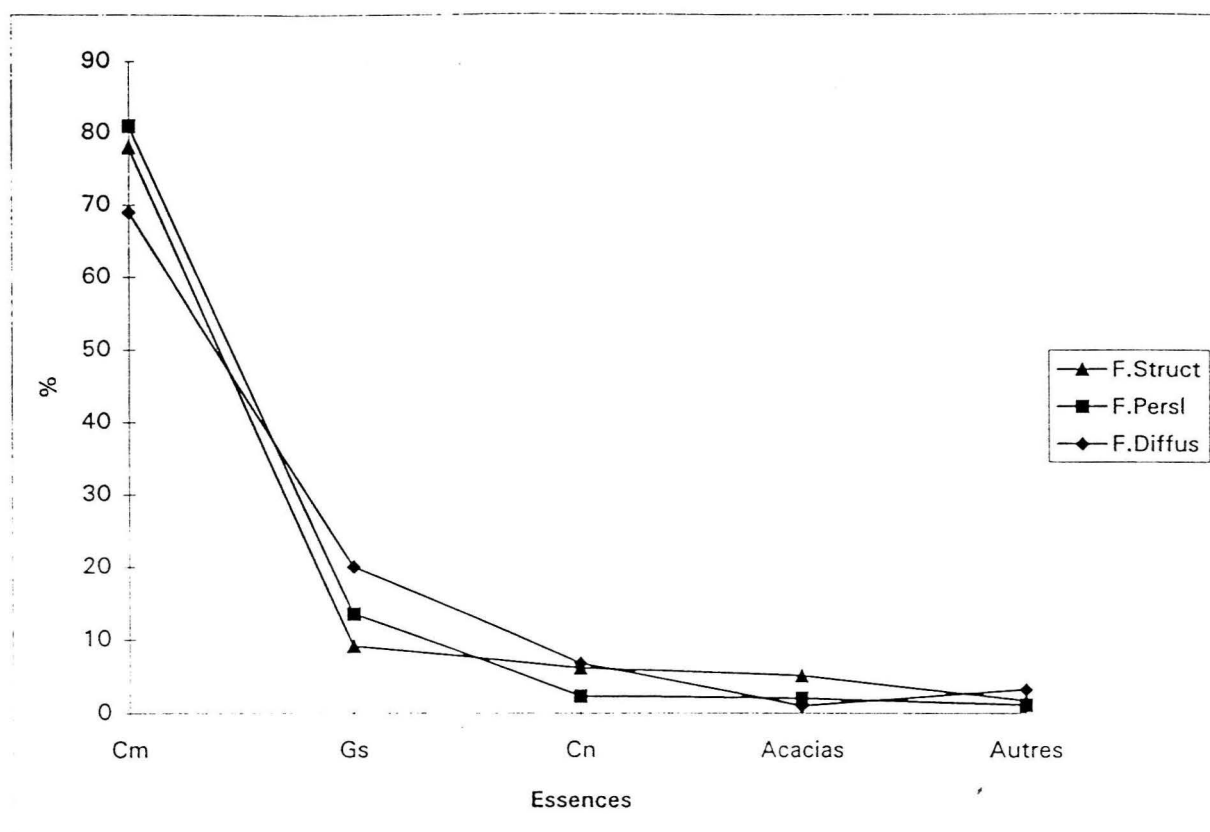


Figure n° 15 Variation de la composition spécifique ligneuse dans les trois faciès de Brousses contractées des plateaux de l'ouest nigérien

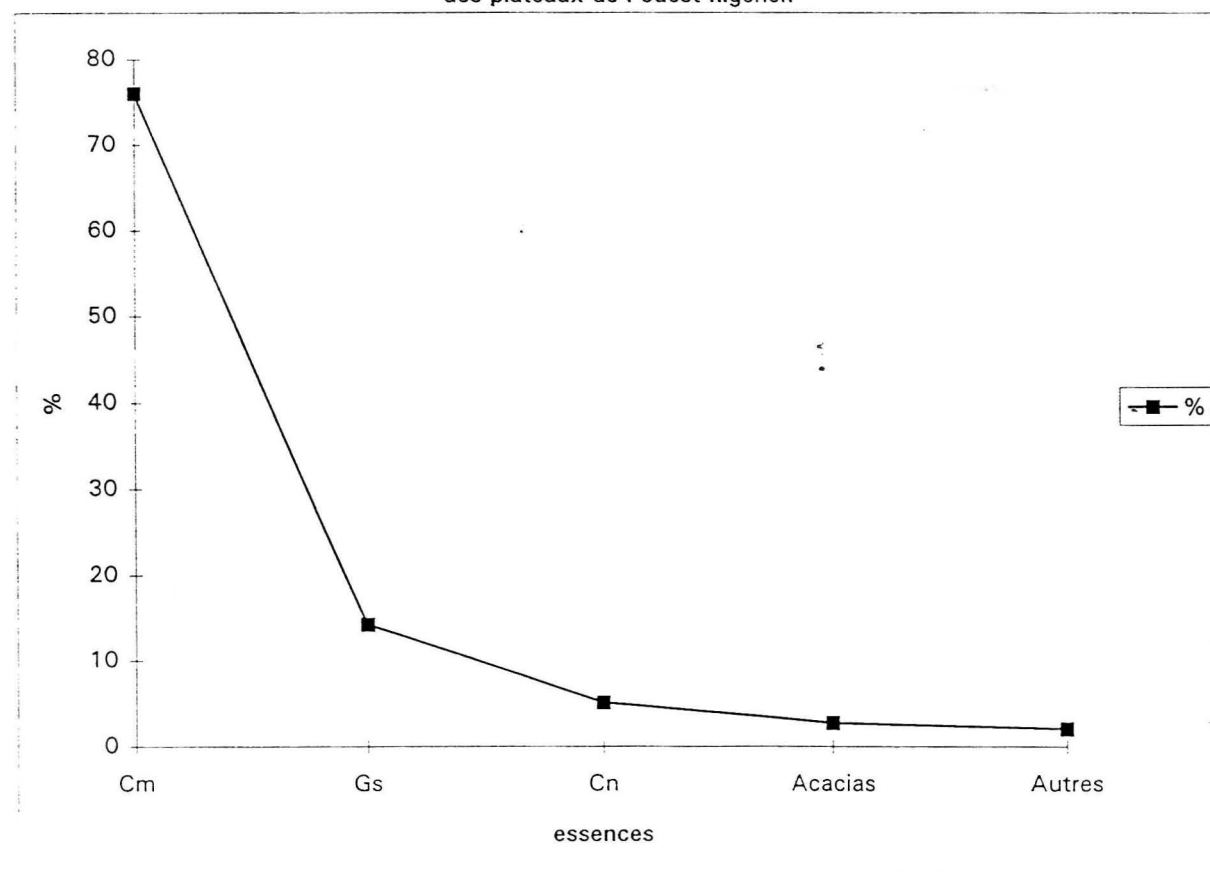


Figure n° 16 Composition spécifique ligneuse moyenne des écosystèmes forestiers contractés des plateaux de l'ouest nigérien

Ces listes d'espèces ligneuses recensées à l'échelle des trois faciès ont des liens de parenté floristique que nous avons déterminés par le calcul des coefficients de similitude de JACQUARD (K) :

Faciès de Brousse structurée	= 49 essences recensées sur les 3 stations
Faciès de Brousse Persillée	= 45 essences, recensées sur les 2 stations
Essences communes aux deux	= 20

$K (B.Structurée \cap B.Persillée) = 20/(49+45-20) = 27 \%$ (les deux faciès ont des liens de parenté floristique relativement faibles)

Faciès de Brousse Persillée	= 45 essences recensées sur les 2 stations
Faciès de Brousse Diffuse	= 71 essences, recensées sur les 2 stations
Essences communes aux deux	= 23

$K (B. Persillée \cap B.Diffuse) = 23/(45+71-23) = 25 \%$ (les deux faciès ont des liens de parenté floristique plus faibles que le cas précédant)

Faciès de Brousse structurée	= 49 essences recensées sur les 3 stations
Faciès de Brousse diffuse	= 71 essences, recensées sur les 2 stations
Essences communes aux deux	= 22

$K (B.Structurée \cap B.Diffuse) = 22/(49+71-22) = 22 \%$ (les deux faciès ont des liens de parenté floristique très faibles)

Le calcul des coefficients de JACQUARD (K) permet de mettre en évidence, à l'échelle de cette région de l'ouest nigérien, les liens éventuels pouvant exister entre les faciès au niveau floristique :

- ainsi sont fortement éloignés d'un point de vue floristique le système structuré et le système diffus (22%),
- sont faiblement liés les systèmes persillés et diffus (25%),
- sont également liés faiblement les systèmes structurés et persillés (27%).

322. Structure des peuplements ligneux des trois faciès

Les écosystèmes forestiers contractés des plateaux de l'ouest nigérien présentent une double structure (verticale et horizontale) qui caractérise singulièrement la végétation. C'est ainsi que certains paramètres ont été utilisés par différents auteurs pour caractériser la structure de la brousse tigrée nigérienne. Nous proposons pour les trois principaux modes d'organisation de ces formations, une structure mixte qui se présente selon le faciès comme suit :

Faciès structuré :

La structure mixte consécutive aux conditions de pente met en évidence le fonctionnement et la dynamique spatio-temporelle. Cette stratification horizontale et verticale est représentée aux niveaux suivants :

-1. le fourré ou zone boisée essentiellement couverte par des ligneux assez denses qui peuvent être classifiés en :

- + Mésophanérophytes (8 à 30 m) : *Combretum micranthum* ; *Combretum nigricans* ; *Lannea acida* ;
- + Microphanérophytes (2 à 8 m) : *Acacias ataxacantha*, *pennata*, *machrostachya*, *Grewia flavescens*, *Cassia sieberiana*, *Guiera senegalensis* ;

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) : *Gardenia sokotensis*, *Borreria scabra*, *Triumfetta pentandra* et graminées comme *Panicum laetum*, *Digitaria horizontalis*.

- 2. la zone de sénescence ou frange à chicot, couverte principalement par :

+ **Mésophanérophytes** (8 à 30 m) : *Boscia angustifolia*; *Combretum micranthum* ; *Boscia senegalensis* ;

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) : *Zornia glochidiata*, *Loudetia togoensis*, *Mollugo nudicaulis*, et quelques rares graminées comme *Aristida mutabilis*.

- 3. La bande nue : quasiment sans végétation.

- 4 Le front pionnier ou d'avancement du fourré constitué de :

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) : Constitués des ligneux pionniers (*Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum*) et une importante couverture herbacée de *Zornia glochidiata* et des graminées comme *Loudetia togoensis*, *Panicum laetum* et *Tripogon minimus*.

Faciès persillé :

La structure mixte présente une dichotomie en ressemblant à celle présentée dessus, mais peut aussi présenter une hiérarchisation différente. En effet, la dimension pente très irrégulière explique la dichotomie. La structure mixte voit ses deux composantes s'imbriquer à l'échelle des deux phases de la séquence :

-1. la partie boisée de la séquence: qu'elle soit linéaire ou en tache représente une association des ligneux à densité variable sur un tapis d'herbacées. Les trois étages suivants comportant une diversité d'association des espèces, s'imbriquent plus ou moins à ce niveau :

+ **Mésophanérophytes** (8 à 30 m) : *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Combretum glutinosum*, *Lannea acida*, *Dichrostachys cinerea*, *Piliostigma reticulatum*, *Croton zambezicus*.

+ **Microphanérophytes** (2 à 8 m) : *Acacias ataxacantha*, *A. Nilotica*, *A. Machrostachya*, *Guiera senegalensis*, *Ximenia americana*, *Ziziphus mauritiana*, *Cassia sieberiana*, *Boscia angustifolia*, *Boscia senegalensis*, *Bauhinia rufescens*.

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) : *Gardenia sokotensis*, *Strophanthus sarmentosus*, *Bauhinia rufescens*, *Leptadenia pyrotechnica* et des herbacées dont les principales sont : *Zornia glochidiata*, *Borreria scabra*, *Triumfetta pentandra*, *Achyranthes aspera*. L'espèce qui domine à ce niveau est *Cyanotis lanata*.

- 2. La partie nue de la séquence : présente en cas de dépôt éolien une végétation surtout herbacée composée de :

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) constitués de *Zornia glochidiata*, *Tripogon minimus*, *Microchloa indica* et de quelques plantules et jeunes semis ligneux.

Faciès diffus :

Les conditions de la pente s'annulant plus ou moins, la structure est le résultat du mixage désordonné des espèces ligneuses et herbacées :

-1. la phase densément boisée de la séquence: elle est constituée de taches anastomosées représentant une association des ligneux à densité plus faible sur un tapis d'herbacées. Les trois étages se distinguent :

+ **Mésophanérophytes** (8 à 30 m) : *Sclerocarya birrea*, *Anogeissus leocarpus*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Combretum glutinosum*, *Prosopis africana*, *Lannea acida*, *Dichrostachys cinerea*, *Piliostigma reticulatum*, *Entada sudanica*, *Croton zambezicus*, *Balanites aegyptiaca*, *Cordyla pinnata*, *Manilkara multinervis*, *Adansonia digitata*, *Bombax costatum*

+ **Microphanérophytes** (2 à 8 m) : *Guiera senegalensis*, *Acacias ataxacantha*, *A. Nilotica*, *A. pennata* et *A. machrostachya*, *Terminalia avicennioides*, *Terminalia macroptera*, *Ximenia americana*, *Ziziphus mauritiana*, *Detarium microcarpum*, *Cassia sieberiana*, *Crossopteryx febrifuga*, *Grewia venusta*, *Vitex doniana*, *Bauhinia rufescens*, *Mitragyna inermis*, *Feretia apodanthera*, *Boscia angustifolia*, *Capparis corymbosa*, *Maerua angolensis*, *Boscia senegalensis*.

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) : *Gardenia sokotensis* ; *Strophanthus sarmentosus* ; *Leptadenia pyrotechnica* et des herbacées dont les principales sont : *Zornia glochidiata*, *Triumfetta pentandra*, *Englerastum gracillium*. Les graminées présentes sont : *Tripogon minimus* ; *Loudetia togoensis*.

- 2. La partie faiblement boisée de la séquence : est couverte essentiellement d'herbacées :

+ **Nanophanérophytes** (50 cm à 2 m) : *Zornia glochidiata*, *Tripogon minimus* ; *Loudetia togoensis* en plus des plantules et jeunes semis.

323 Autres critères dendrométriques caractérisant les trois faciès.

Jusqu'à présent, très peu de travaux de recherche se sont penchés sur la caractérisation précise de ces écosystèmes, afin de les intégrer dans les grandes classifications forestières mondiales. La nomenclature des types de végétation de l'Afrique tropicale les considère comme des fourrés : type de végétation arbustive fermée sempervirente ou décidue, généralement peu pénétrable, souvent morcelée. Les tapis graminéen est discontinu ou absent. Les termes de la classification U.N.E.S.C.O permettent de circonscrire ces écosystèmes dans les formations forestières désignées NHc/NHO et n qui sont des formations caractérisées par la présence de ligneux. Ici la hauteur des ligneux les plus hauts (5 mètres distinguent l'arbre de l'arbuste) est l'élément principal de la distinction entre les deux types :

- **la formation n** : essentiellement arbustive, a moins de 10% de couverture au sol par les ligneux. Dans ce groupe aucun des faciès ne peut être concerné.

- **le groupe NHc/NHO** couvre :

- **les formations productives NHc/NHO 1 (ou forêt claire)** : avec un pourcentage de couverture du sol par la formation arborée qui dépasse 40%. Dans ce sous-groupe, s'intègrent totalement les faciès de brousses diffuses et persillées. Pour le faciès de brousse structurée, seul le faciès de brousse tigrée typique est concerné.

- **les formations improductives NHc/NHO 2 (prairie avec synusie arborée)** : dont le recouvrement de la formation arborée est inférieur à 40%. Dans ce deuxième sous-groupe, le faciès de brousse tigrée à bandes larges est relativement couvert.

Les deux types de classifications si elles sont assez connues par les forestiers et chercheurs de tout bord, présentent l'inconvénient de manquer de précision en ce qui concerne les seuils. En effet, ces classifications utilisent comme éléments de définition des types de végétation, les seuls critères physiognomiques. Cette situation fait qu'elles sont imprécises sur le plan dendrométrique. Raison pour laquelle, il nous a semblé important de prendre en compte des critères dendrométriques spécifiques pour caractériser les trois faciès. En partant de l'hypothèse d'une production supérieure pour les formations forestières contractées structurées, mais à faible recouvrement, par rapport aux formations forestières diffuses à fort recouvrement, certains critères dendrométriques généralement utilisés semblent d'une caducité certaine. A titre d'exemples de caducité de critères citons :

- **Le critère de recouvrement ligneux** : les pourcentages de couvert de la végétation ligneuse entre 10 et 40% considérant le type de végétation de forêt ouverte improductive, et de plus de 40% de forêt ouverte productive sont carrément controversés par les travaux de ICHAOU (1994 - 1996) et dans un contexte de changement d'échelle à travers cette étude (cf paragraphe 33).

- **la hauteur dominante** : les végétaux ligneux de la zone tropicale en générale, et ceux de ces écosystèmes de plateaux en particulier ont une morphologie assez singulière, qui résulte de nombreuses morphoses adaptatives ou traumatiques, ICHAOU, (1994). Leur taille très variable est difficile à cerner, car généralement les sujets sont multicaules dès à la base. Cette particularité est d'autant accentuée que les peuplements sont hétérogènes. En effet ALDER, dans GUINAUDEAU, (1984) considère la hauteur dominante comme indice de productivité ou de fertilité exclusivement dans les cas des peuplements équiennes et homogènes. Cette argumentation est suffisante pour exclure la hauteur dominante des indices valables.

- **le diamètre dominant** : présenté dans la majorité des cas, en terme de diamètre moyen sans aucune limitation du seuil inférieur, ce paramètre n'est pas significatif (dans notre cas d'étude) puisque dans ces formations on a une distribution en diamètre à concavité positive. Il résulte qu'un diamètre dominant sans limitation du seuil inférieur n'est pas d'une grande signification pour ces écosystèmes contractés.

C'est sur la base de toutes ces considérations, que nous avons mis en place un système d'inventaire et de cartographie certes fastidieux, mais qui nous permet de justifier les caractéristiques qui vont suivre. Mais pour l'heure il y a encore trop peu de données recueillies pour pouvoir définir les types de végétations des formations forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien. **(Une tentative intéressante a été faite par CARNEIRO, en 1982 pour repréciser le classement des formations «cerrados» au Brésil)**. Pour notre cas, dans les perspectives de la thèse envisagée, les études de ce genre une fois multipliées, nous permettraient de mieux cerner la définition des types de végétation des Brousses tigrées. Pour l'heure quatre critères retenus sur le plan dendrométrique semblent être assez intéressants :

- **la structure horizontale de la végétation ligneuse** : le mode d'organisation de la végétation à faible recouvrement dans une séquence dont une seule phase est boisée (l'autre étant nue), loin de constituer un indice défavorable à la production, représente un atout favorable. En effet, selon que la hiérarchisation de la végétation se présente en allure linéaire (de croissant) ou en tache, cela se relie aisément à des conditions de pente, donc d'écologie (fonctionnement et dynamique) particulière. Plus la structure des formations contractées est horizontale, plus le niveau de production est sensiblement accru. (ICHAOU 1994-1996). Ce critère mis en évidence par cet auteur dessus, a été aussi corroboré dans le cadre de cette étude. C'est ainsi que pour le :

Faciès de brousses structurées : le mode d'organisation horizontale est évident ;

Faciès de brousses persillées : le mode d'organisation horizontale ne caractérise que quelques phases boisées ;

Faciès de brousses diffuses : il n'existe pas de mode d'organisation horizontale particulière.

Le critère de la structure horizontale est nettement relié au deuxième critère qui va suivre.

- le recouvrement ligneux moyen

SAADOU (1997), définit le recouvrement d'une espèce par le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte si l'on projetait verticalement sur le sol, les organes aériens des individus de l'espèce. L'importance de ce critère sur les plans écologique et forestier étant évidente, il faudrait contourner les difficultés liées à sa détermination précise, en utilisant les progrès de télédétection, informatique et cartographie. Pour donner au recouvrement son importance en tant que critère dendrométrique, il y a lieu de travailler sur deux ou trois couvertures aériennes de différentes dates. Des résultats assez intéressants ont été obtenus par HAMANI et MOUGENOT en 1995, et par ICHAOU, (1996-1997). En référence à l'échelle typologique des trois principaux faciès de brousses contractées de plateaux (mis au point dans cette étude), la production forestière est inversement proportionnelle à l'importance du recouvrement ligneux. Nos résultats le démontrent :

Faciès de brousse structurée : recouvrement ligneux moyen compris dans un intervalle de 37% à 44% (soit une moyenne de $42,5 \pm 3\%$ pour les faciès de brousse tigrée typique ; et $39 \pm 4\%$ pour les faciès de brousse tigrée à bandes larges)

Faciès de brousse persillée : recouvrement ligneux moyen variant de 41 à 52% (soit une moyenne de $45,5 \pm 5,5\%$)

Faciès de brousse diffuse : recouvrement ligneux moyen variant de 50 à 90% (avec une moyenne de $70 \pm 20\%$).

- la densité de tiges exploitables par ha de plateau et la répartition des diamètres (figure n°17):

La densité globale des ligneux par unité de surface est un indice écologique de diversité biologique. La densité des tiges exploitables, quand à elle retrouve son importance surtout d'un point de vue gestion forestière. Déterminée dans notre étude avec un seuil de diamètre minimum à la base ≥ 6 cm pour les trois Combretacées, pourrait avoir une signification évidente. En prenant en compte toutes les tiges présentes par unité de surface, ce critère perdrait sur le plan forestier une bonne partie de son utilité. Aussi la répartition en classes de diamètres de cette densité des tiges exploitables est un complément d'information indéniable. Selon les faciès elle varie à la cadence suivante :

Tableau n° 3 Densité des tiges exploitées par faciès étudiés (et par hectare de plateau)

Faciès de Brousse étudiés	Tiges de \varnothing 6 à 10 cm	Tiges de \varnothing 10 à 14 cm	Tiges de \varnothing 14 à 20 cm	Tiges de \varnothing ≥ 20 cm	Densité totale /ha de plateau
Faciès de Brousse structurée	4240 (85%)	463 (9%)	227 (5%)	47 (1%)	4977 (100%)
Faciès de Brousse persillée	3960 (83%)	560 (12%)	113 (2%)	163 (3%)	4796 (100%)
Faciès de Brousse diffuse	2043 (76%)	387 (15%)	183 (7%)	60 (2%)	2673 (100%)

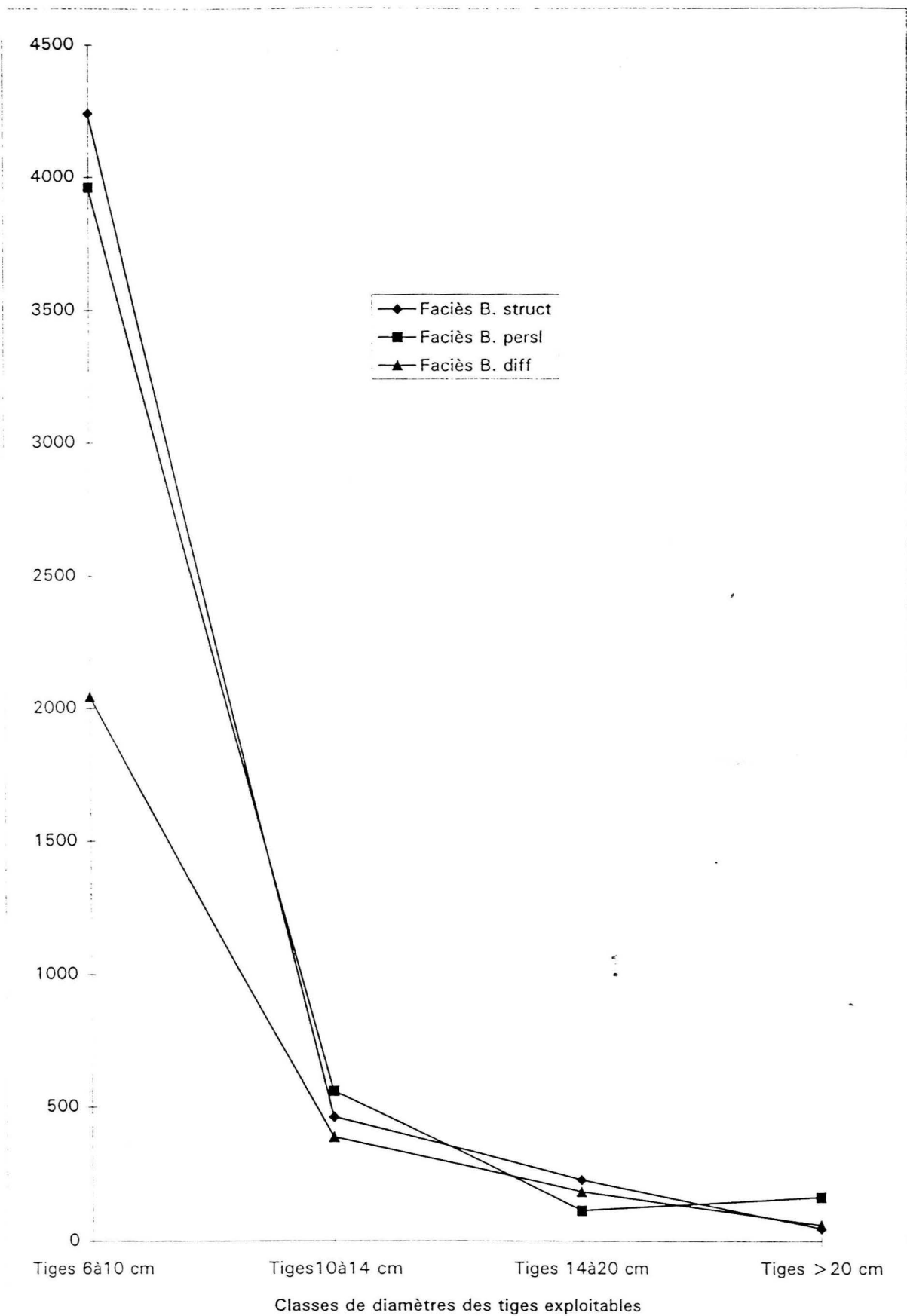


Figure n°17 Variation de la densité des tiges exploitables
/ha de plateau selon les trois faciès
de Brousses contractées

- le diamètre moyen exploitable :

Compte tenu de la structure des peuplements ligneux étudiés qui est surtout caractérisée par les classes de diamètres faibles, la limitation d'un seuil inférieur de diamètre s'impose. A cette condition, nous ne retenons que les tiges de diamètre ≥ 6 cm des trois essences et dont le diamètre moyen exploitable serait un reflet des caractères de croissance en diamètre de ces individus soumis à une faible concurrence. Dans la pratique, un seuil de hauteur se fixe avec beaucoup plus de commodité qu'un seuil de diamètre. Pour faciliter les mesures, cela peut consister en quelque sorte à définir les tiges des trois espèces soumises à une faible croissance. Pour ce critère la limite inférieure définie est la même pour les trois faciès.

33 Phytomasse ligneuse aérienne obtenue après cubage

Il convient de donner les précisions suivantes relatives aux résultats qui vont suivre :

- la biomasse correspond au poids de matière fraîche ou sèche d'un organisme ou d'un ensemble de ces organismes vivants. Selon DUVIGNEAU (1967) et LAMOTTE et al (1967), dans FOURNIER (1991), la biomasse doit être rapportée à une unité de surface dans le domaine de l'écologie terrestre. Ces considérations restent valables selon que nous abordons la phytomasse aérienne de la strate ligneuse ou herbacée ;
- seules trois essences *C.micranthum* ; *C.nigricans* ; *G.senegalensis*, ont contribué à la production ligneuse dont les résultats vont suivre ;
- le seuil inférieur du diamètre de tiges exploitées est ≥ 6 cm à la base ;
- l'accent est mis sur la découpe bois faible de 6 cm jusqu'à une découpe bois fort située autour de 20 à 30 cm (les découpes de 2 à 6 cm ont aussi été quantifiées pour voir leur importance relative) ;
- les mesures de volume de bois sont effectuées écorce comprise ;
- l'hectare de plateau correspond à un contexte de surface intégrant les parties nues et boisées des séquences mesurées (quand la surface échantillonnée est inférieure à la surface totale du layon, les résultats sont multipliés par un facteur de correction) ;
- l'hectare végétalisé est un concept théorique où les résultats sont ramenés à la seule surface végétalisée (sans la phase nue). Cela correspond à peu près à un plateau mesuré ayant 100% de couverture ligneuse) ;
- la biomasse prise en compte concerne la partie aérienne du végétal ;
- le passage de la masse ligneuse verte à la masse sèche tient compte de 25% de perte de poids pour atteindre un bois sec à l'air.

331 Biomasse verte par ha de plateau des trois faciès

L'exploitation sélective des tiges de diamètre ≥ 6 cm pris à 20 cm du sol pour les trois Combretacées donne pour les trois faciès les poids moyens (figures n° 18 et 19) suivants qui se répartissent selon ces classes de diamètres :

Faciès de brousse structurée : 20 % des tiges exploitables selon ICHAOU (1994)

5.824 kg par hectare de plateau repartis selon les assortiments suivants :

- brins de diamètre < 6 cm et feuilles	= 1.964 kg (34%),
- bûches de \varnothing allant de 6 à 10 cm	= 2.399 kg (41%)
- bûches de \varnothing allant de 10 à 14 cm	= 656 kg (11%)
- bûches de \varnothing allant de 14 à 20 cm	= 505 kg (9%)
- bûches de $\varnothing \geq 20$ cm	= 300 kg (5%)

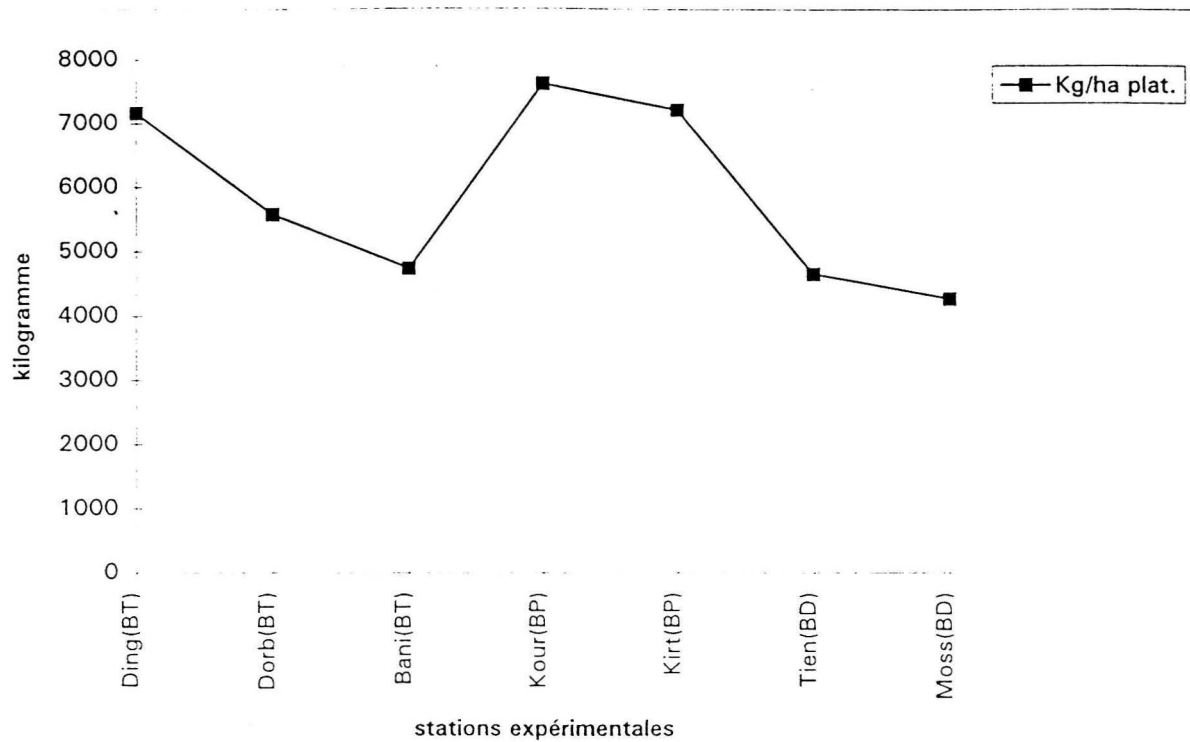


Figure n° 18 Variation de la biomasse aérienne ligneuse verte /ha de plateau dans les sept stations étudiées

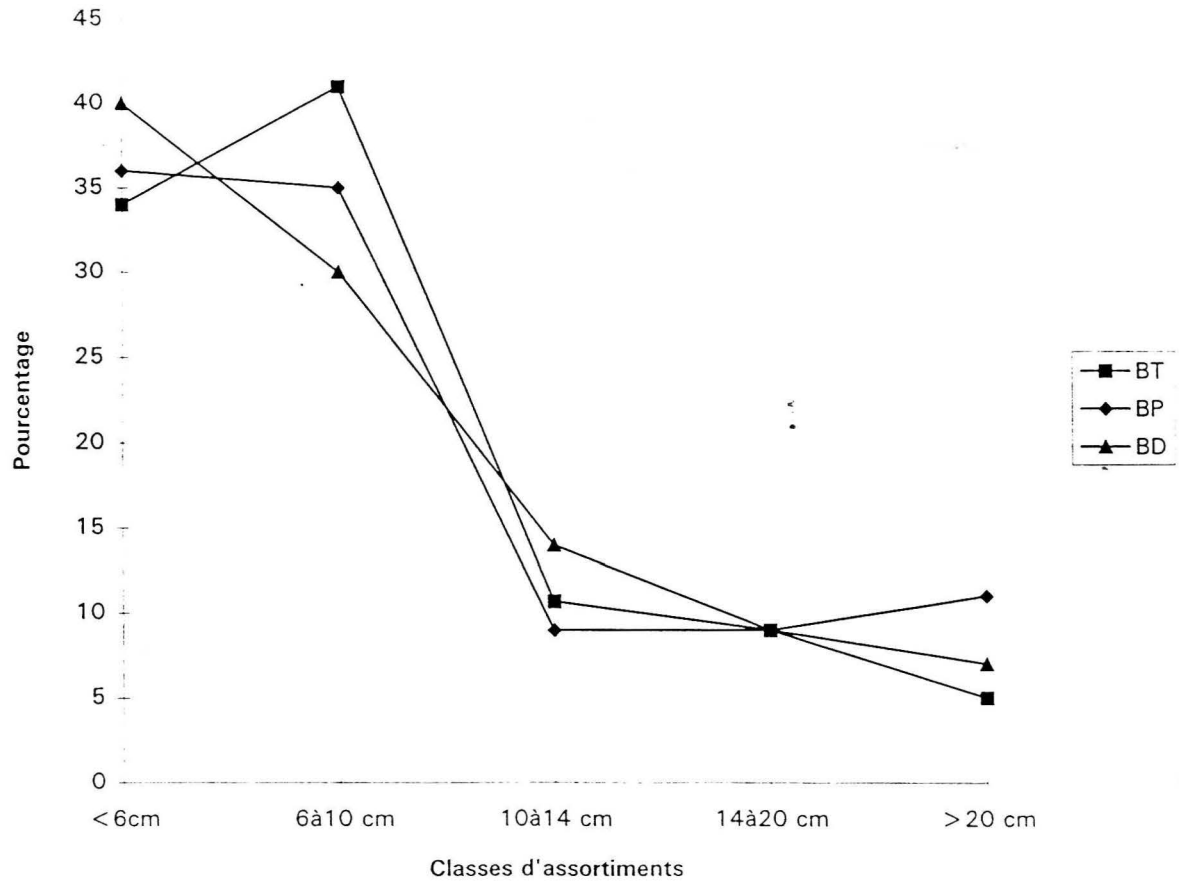


Figure n° 19 Repartition en % de la Biomasse aérienne ligneuse verte/ha de plateau des trois faciès, en classes d'assortiments

Faciès de brousse persillée : 15 % des tiges exploitables selon ICHAOU (1994)

7.413 kg par hectare de plateau repartis selon les assortiments suivants :

- brins de diamètre < 6 cm et feuilles	= 2.634 kg (36%),
- bûches de Ø allant de 6 à 10 cm	= 2.580 kg (35%)
- bûches de Ø allant de 10 à 14 cm	= 704 kg (9%)
- bûches de Ø allant de 14 à 20 cm	= 665 kg (9%)
- bûches de Ø ≥ 20 cm	= 830 kg (11%)

Faciès de brousse diffuse : 13 % des tiges exploitables selon ICHAOU (1994)

4.452 kg par hectare de plateau repartis selon les assortiments suivants :

- brins de diamètre < 6 cm et feuilles	= 1.779 kg (40%),
- bûches de Ø allant de 6 à 10 cm	= 1.326 kg (30%)
- bûches de Ø allant de 10 à 14 cm	= 626 kg (14%)
- bûches de Ø allant de 14 à 20 cm	= 386 kg (9%)
- bûches de Ø ≥ 20 cm	= 335 kg (7%)

332 Biomasse verte par ha végétalisé des trois faciès :

En ramenant les résultats dessus dans un contexte théorique, nous obtenons les données suivantes qui d'une part permettent des comparaisons de biomasse ligneuse (le recouvrement considéré étant de 100% partout) et d'autre part de voir l'importance de impluvium (phase nue) et son influence sur la production ligneuse du système.

Selon les faciès, les résultats (relatifs à la production des 13 ; 15 ; 20% des tiges exploitées) se présentent comme suit :

Faciès de brousse structurée (Production moyenne = 14.954 kg / ha végétalisé)

Dingazi,	= 18.362 kg
Dorobobo	= 15.478 kg
Banizoumbou	= 11.023 kg

Faciès de brousse persillée (Production moyenne = 17.124 kg / ha végétalisé)

Kouré	= 18.588 kg
Dorobobo	= 15.659 kg

Faciès de brousse diffuse (Production moyenne = 6.972 kg / ha végétalisé)

Tientergou	= 9.100 kg
Mossipaga	= 4.844 kg

En reliant les productions moyennes de biomasse ligneuse verte par ha végétalisé des 3 faciès, aux pourcentages de tiges exploitables et des recouvrements moyens, nous obtenons la **figure n° 20** qui constituera un élément d'analyse et de comparaison.

333 Biomasse sèche à l'air par ha de plateau des trois faciès :

Cette opération de pesage de la biomasse ligneuse sèche devrait en principe s'effectuer quand le bois vert mis au séchage ne conserve que 17 à 18 % de son taux d'humidité. Dans le cadre de notre stage nous nous sommes inspiré des travaux de MONTAGNE et ICHAOU (1990-1995), qui donnent pour ces formations une équation de passage du poids du bois vert au poids sec avec une perte de 25%, seuil à partir duquel le bois dit sec à l'air peut brûler normalement. La mesure de la biomasse sèche à l'air contrairement à la biomasse verte ligneuse de cette catégorie de tiges exploitées est d'un intérêt pratique pour les aménagistes

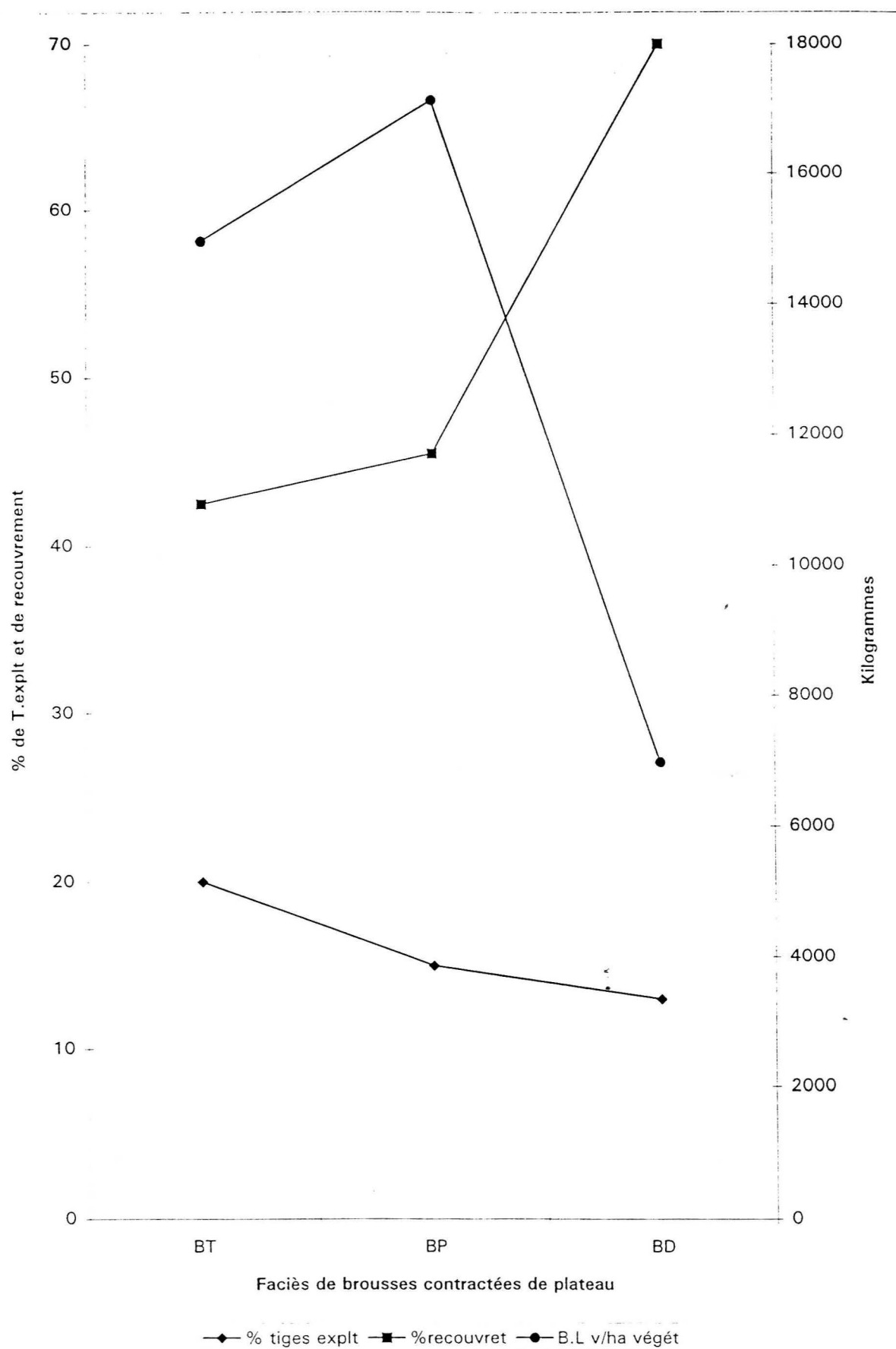


Figure n°20 Liaison entre la Biomasse aérienne ligneuse verte/ha végétalisé ; les % de tiges exploitées et les recouvrements moyens des trois faciès

forestiers. Raison qui nous motive à exposer les résultats dans le détail, quoiqu'ils représentent une transformation du poids de la biomasse ligneuse verte. Par la même logique développée au 331, les résultats obtenus sont :

Faciès de brousse structurée :

4.368 kg par hectare de plateau repartis dans les classes de produits suivants :

- brins de diamètre < 6 cm et feuilles sèches	= 1.473 kg,
- bûches de Ø allant de 6 à 10 cm	= 1.799 kg,
- bûches de Ø allant de 10 à 14 cm	= 492 kg,
- bûches de Ø allant de 14 à 20 cm	= 379 kg,
- bûches de Ø ≥ 20 cm	= 225 kg.

Faciès de brousse persillée :

5.561 kg par hectare de plateau repartis selon les assortiments suivants :

- brins de diamètre < 6 cm et feuilles	= 1.976 kg,
- bûches de Ø allant de 6 à 10 cm	= 1.935 kg,
- bûches de Ø allant de 10 à 14 cm	= 528 kg,
- bûches de Ø allant de 14 à 20 cm	= 499 kg,
- bûches de Ø ≥ 20 cm	= 623 kg.

Faciès de brousse diffuse :

4.389 kg par hectare de plateau repartis selon les catégories suivantes :

- brins de diamètre < 6 cm et feuilles	= 1.335 kg,
- bûches de Ø allant de 6 à 10 cm	= 994 kg,
- bûches de Ø allant de 10 à 14 cm	= 470 kg,
- bûches de Ø allant de 14 à 20 cm	= 282 kg,
- bûches de Ø ≥ 20 cm	= 1.308 kg.

334 Biomasse sèche à l'air par ha végétalisé des trois faciès :

L'exploitation sélective des 13% des tiges pour la brousse diffuse, des 15% des tiges pour la brousse persillée et enfin des 20% pour la brousse tigrée donnent les résultats théoriques suivants :

Faciès de brousse structurée (Production moyenne = 11.215 kg / ha végétalisé)

Dingazi	= 13.772 kg
Dorobobo	= 11.606 kg
Banizoumbou	= 8.267 kg

Faciès de brousse persillée (Production moyenne = 12.844 kg / ha végétalisé)

Kouré	= 13.941 kg
Dorobobo	= 11.746 kg

Faciès de brousse diffuse (Production moyenne = 7.286 kg / ha végétalisé)

Tientergou	= 10.937 kg
Mossipaga	= 3.634 kg

335 Bois-énergie par ha de plateau des trois faciès

Si le concept de biomasse ligneuse sèche à l'air est d'un intérêt forestier certain, cela s'explique par l'utilisation de cette masse sèche en vue de produire de l'énergie domestique.

Cette application nous amène à distinguer deux catégories de produits ligneux utilisables à des fins domestiques : le bois-énergie. Ce bois-énergie selon sa nature et son utilisation se classe en deux groupes qualitatifs :

- **le bois-énergie non commercialisable** : utilisé exclusivement par les populations rurales en vue de produire le chauffage. Ce type de produit se situe dans la classe de diamètre < 6 cm pour les essences forestières étudiées. Selon les sites et les faciès, le pourcentage de bois-énergie utile dans la classe des produits de diamètre < 6 cm varie de 20 à 8 %. Les pourcentages restants constituent les résidus (feuilles sèches, tiges et branches de diamètre insignifiant) ;

- **le bois-énergie commercialisable** : d'un diamètre ≥ 6 cm est recherché dans le commerce, pour sa qualité et sa production d'énergie appréciable.

Le tableau suivant présente les quantités de bois-énergie (en stère et m3) obtenues par suite du cubage dans les sept stations étudiées

Le tableau n° 4 Volumes de Bois-énergie/ha de plateau obtenus après coupe sélective et cubage

Types des Faciès	Stations expé- rimentales	en stères		en m3	
		Bois-énergie non commer- cialisable ($\varnothing < 6$ cm)	Bois-énergie commerciali- sable ($\varnothing \geq 6$ cm)	Bois-énergie non commer- cialisable ($\varnothing < 6$ cm)	Bois-énergie commerciali- sable ($\varnothing \geq 6$ cm)
Brousse Structurée	Dingazi	2,13	14,628	0,79	6,999
	Dorobobo	0,78	12,020	0,3	6,332
	Banizoumbou	1,28	9,570	0,47	6,136
	Moyenne	1,4	12,07	0,52	6,489
	Total/type de volume	13,47 stères		7 m3	
Brousse Persillée	Kouré	0,64	10,763	0,26	5,44
	Kirtachi	0,59	9,692	0,17	4,599
	Moyenne	0,61	10,227	0,21	4,5
	Total/type de volume	17,92 stères		5,23 m3	
Brousse Diffuse	Tientergou	1,53	8,112	0,688	4,407
	Mossipaga	1,03	7,797	0,362	3,652
	Moyenne	1,28	7,954	0,53	4,02
	Total/type de volume	9,23 stères		4,56 m3	

Le bois-énergie provenant de ce furetage représente les pourcentages suivants selon les faciès (figure n°21).

Faciès de brousse structurée :

- bois-énergie non commercialisable ($\varnothing < 6$ cm) = BeNC = 10%
- bois-énergie commercialisable ($\varnothing \geq 6$ cm) = BeC = 90%

Faciès de brousse persillée :

- bois-énergie non commercialisable ($\varnothing < 6$ cm) = BeNC = 6 %
- bois-énergie commercialisable ($\varnothing \geq 6$ cm) = BeC = 94 %

Faciès de brousse diffuse :

- bois-énergie non commercialisable ($\varnothing < 6$ cm) = BeNC = 14 %
- bois-énergie commercialisable ($\varnothing \geq 6$ cm) = BeC = 86 %

Cette forme d'expression des résultats en pourcentage, exprime largement l'importance du furetage, qui ne porte que sur les tiges ayant atteint un certain diamètre, d'où la faiblesse des résidus et du bois-énergie non commercialisable. En matière de gestion forestière, le furetage est une technique qui réduit sensiblement le gaspillage des ressources tout en préservant un équilibre minimum (population d'avenir laissée sur place) pour permettre au système de croître harmonieusement.

Par ailleurs, les quantités respectives de bois-énergie des deux catégories présentent des variations sensibles selon les différents sites et les faciès (**Figures n° 22 et 23**). On pourra alors se rendre compte que l'hypothèse de notre travail (NOY-MEIR, 1974) se vérifie dans un contexte plus vaste. Ceci corrobore les résultats obtenus par ICHAOU (1995 à 1996).

336 Bois-énergie par ha végétalisé des trois faciès

Le tableau n°5 présente les quantités de bois-énergie (en stère et m3) qui résultent en faisant intervenir les pourcentages de recouvrement moyen des sept stations.

Sur la base du concept d'hectare végétalisé, les quantités de bois-énergie qui résultent accusent une variation sensible et graduelle. Par faciès les calculs établis donnent les chiffres suivants :

Faciès de brousse structurée : 34,59 stères/ha végétalisé (soit 17,718 m3)

- bois-énergie non commercialisable ($\varnothing < 6$ cm) = BeNC= 3,54 stères
- bois-énergie commercialisable ($\varnothing \geq 6$ cm) = BeC= 31,05 stères

Faciès de brousse persillée : 34,987 stères/ha végétalisé (16,965 m3).

- bois-énergie non commercialisable ($\varnothing < 6$ cm) = BeNC= 1,987 stères
- bois-énergie commercialisable ($\varnothing \geq 6$ cm) = BeC= 33 stères

Faciès de brousse diffuse : 14,46 stères/ha végétalisé (7,27 m3)

- bois-énergie non commercialisable ($\varnothing < 6$ cm) = BeNC= 2,08 stères
- bois-énergie commercialisable ($\varnothing \geq 6$ cm) = BeC = 12,38 stères

La figure n°24 met en évidence les différents volumes résultants par hectare végétalisé.

Tableau n° 5 Volumes de Bois-énergie/ha végétalisé obtenus après coupe selective et cubage.

Types des Faciès	Stations expérimentales	en stères		en m3	
		Bois-énergie non commercialisable (Ø < 6cm)	Bois-énergie commercialisable (Ø ≥ 6 cm)	Bois-énergie non commercialisable (Ø < 6cm)	Bois-énergie commercialisable (Ø ≥ 6 cm)
Brousse Structurée	Dingazi	5,472	37,508	2,024	17,349
	Dorobobo	2,166	33,388	0,823	17,589
	Banizoumbou	2,978	22,256	1,101	14,270
	Moyenne	3,54	31,050	1,316	16,402
	Total/type de volume	34,59 stères		17,718 m3	
Brousse Persillée	Kouré	2,207	37,079	0,904	18,742
	Kirtachi	1,767	28,981	0,530	13,754
	Moyenne	1,987	33	0,717	16,248
	Total/type de volume	34,987 stères		16,965 m3	
Brousse Diffuse	Tientergou	2,999	15,907	1,349	8,642
	Mossipaga	1,176	8,860	0,411	4,150
	Moyenne	2,08	12,38	0,88	6,39
	Total/type de volume	14,46 stères		7,27 m3	

34. Etude de la flore herbacée

341 Liste floristique des trois faciès

L'inventaire de la strate herbacée a permis d'identifier et de récolter 435 échantillons d'espèces herbacées qui se répartissent par faciès et stations en :

Faciès de Brousse structurée = 177 (Dingazi = 45 ; Dorobobo = 64 et Banizoumbu = 68)

Faciès de Brousse persillée = 131 (Kouré = 64 ; Kirtachi = 67)

Faciès de Brousse diffuse = 127 (Tientergou = 62 ; Mossipaga = 65)

La liste floristique qui résulte se compose de :

- Faciès de Brousse structurée = 93 espèces réparties en 28 familles et 63 genres ;
- Faciès de Brousse persillée = 91 espèces réparties en 30 familles et 72 genres ;
- Faciès de Brousse diffuse = 90 espèces réparties en 32 familles et 72 genres.

Les listes d'espèces n° 5 ; 6 et 7 (en annexe) présentent les herbacées recensées par faciès.

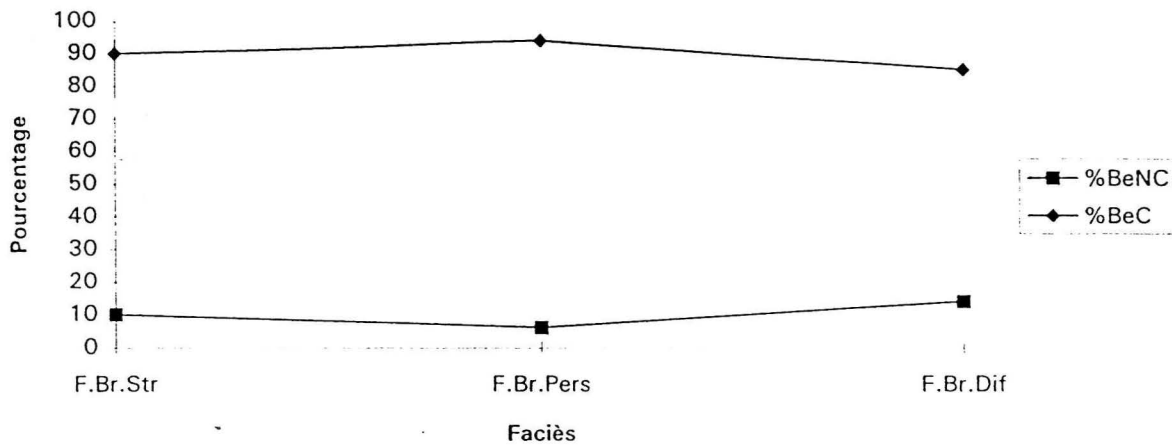


Figure n°21 Pourcentage de Bois-énergie commercialisable et non commercialisable selon les faciès de Brousses contractées étudiées

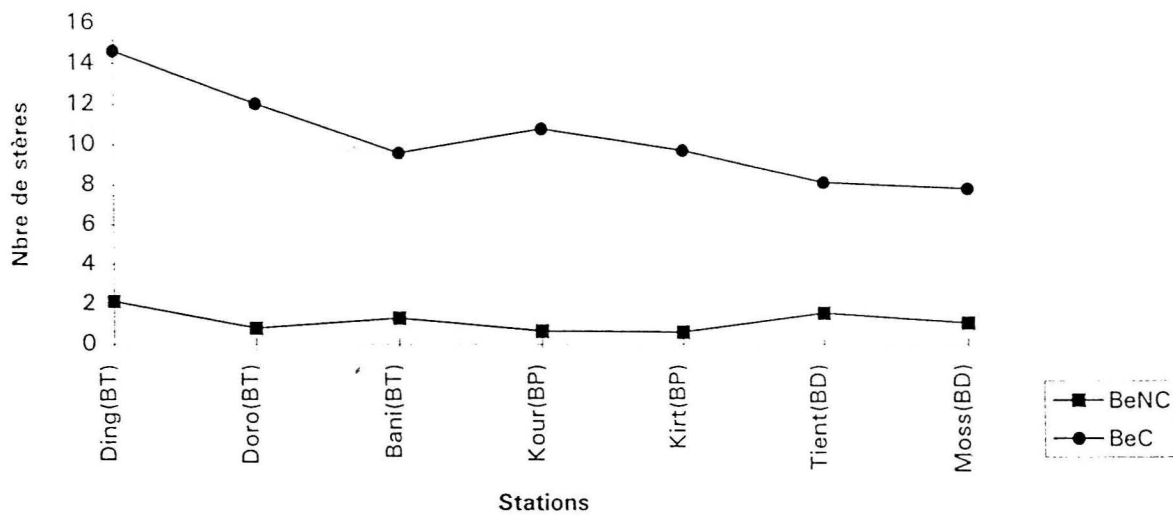


Figure n°22 Variation de la quantité et de la qualité du Bois-énergie dans les sept sites cubés

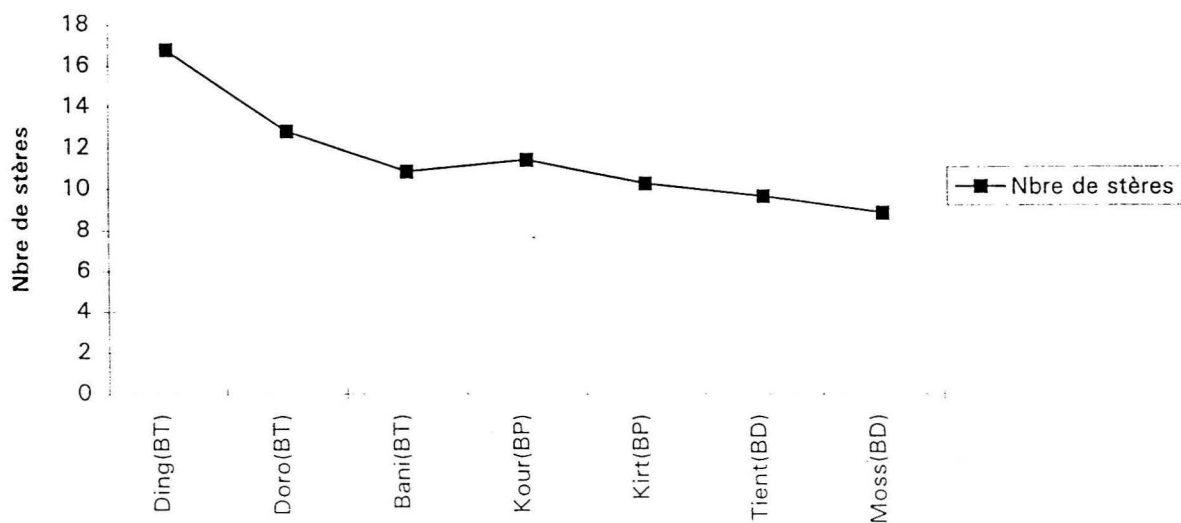


Figure n°23 Variation de la quantité totale de Bois-énergie selon les sept stations étudiées

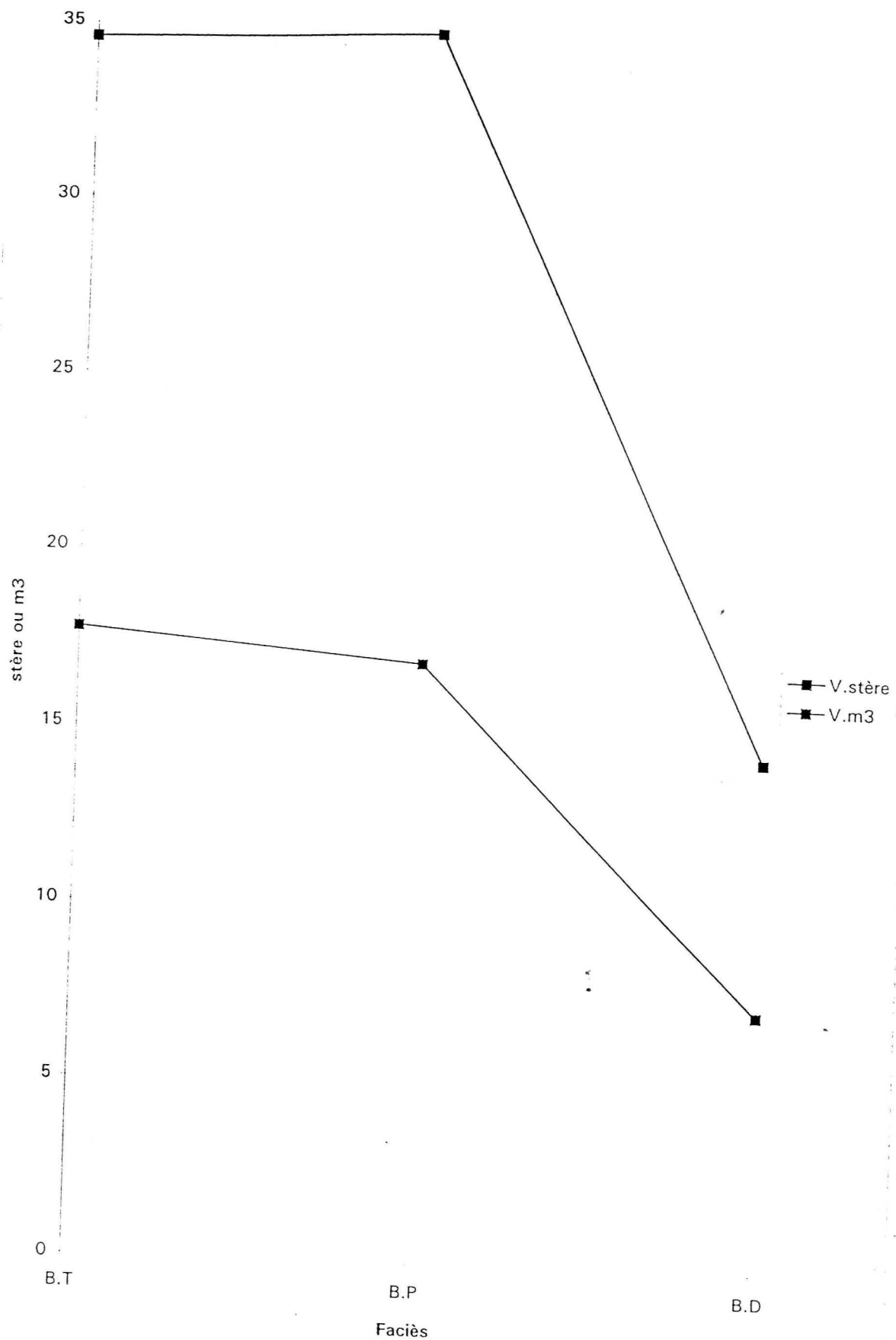


Figure n° 24 Variation des volumes par ha végétalisé des
trois faciès de Brousses Contractées des plateaux

L'inventaire de la strate herbacée nous a permis de connaître les liens de parenté floristique entre les espèces des différents faciès, par le calcul des coefficients de similitude de JACQUARD (K) :

Faciès de Brousse structurée	= 177 espèces recensées sur les 3 stations
Faciès de Brousse Persillée	= 131 espèces, recensées sur les 2 stations
Espèces communes aux deux	= 70

$K (B.Structurée \cap B.Persillée) = 70/(177+131-70) = 29 \%$ (les deux faciès ont des liens de parenté floristique relativement faibles)

Faciès de Brousse Persillée	= 131 espèces recensées sur les 2 stations
Faciès de Brousse Diffuse	= 127 espèces, recensées sur les 2 stations
Espèces communes aux deux	= 60

$K (B. Persillée \cap B.Diffuse) = 60/(131+127-60) = 30 \%$ (les deux faciès ont des liens de parenté floristique sensiblement identiques au cas précédant)

Faciès de Brousse structurée	= 177 espèces recensées sur les 3 stations
Faciès de Brousse diffuse	= 127 espèces, recensées sur les 2 stations
Espèces communes aux deux	= 56

$K (B.Structurée \cap B.Diffuse) = 56/(177+127-56) = 23 \%$ (les deux faciès ont des liens de parenté floristique qui deviennent très faibles)

L'étude de cette strate herbacée et le calcul des coefficients de JACQUARD (K) mettent en évidence :

- des liens de parenté floristique très faibles entre un système structuré et un système diffus (23%),
- des relations floristiques modestes entre les systèmes persillés et diffus (30%),
- des liens floristiques \pm modestes entre les systèmes structuré et persillé (29%).

Si les calculs des coefficients relatifs aux strates herbacées et ligneuses pris individuellement semblent nous donner des indications sur le degré des liens de parenté floristique, pour les besoins de notre analyse, il semble que les coefficients établis sur la flore dans son ensemble peuvent être encore plus significatifs :

Faciès de Brousse structurée	= 226 (177+49) espèces recensées sur les 3 stations
Faciès de Brousse Persillée	= 176 (131+45) espèces recensées sur les 2 stations
Espèces communes aux deux	= 90

$$K (B.Structurée \cap B.Persillée) = 90/(226+176-90) = 29 \%$$

Faciès de Brousse Persillée	= 176 (131+45) espèces recensées sur les 2 stations
Faciès de Brousse Diffuse	= 198 (127+71) espèces recensées sur les 2 stations
Espèces communes aux deux	= 83

$$K (B. Persillée \cap B.Diffuse) = 83/(176+198-83) = 29 \%$$

Faciès de Brousse structurée	= 226 (177+49) espèces recensées sur les 3 stations
Faciès de Brousse diffuse	= 198 (127+71) espèces recensées sur les 2 stations
Espèces communes aux deux	= 78

$$K (B.Structurée \cap B.Diffuse) = 78/(226+198-78) = 23 \%$$

Selon toute apparence, le constat qui se dégage de l'analyse des trois coefficients indique :

- des liens de parenté floristique identiques et modestes entre les faciès contigus (structurés et persillés ; persillés et diffus),
- des liens de parenté floristique très faibles entre les faciès extrêmes de notre transect latitudinal et pluviométrique (structurés et diffus).

Ainsi, si la vision physionomique de la végétation indique une ressemblance entre ces écosystèmes, l'étude de la flore met en évidence des détails de liaison parentale faible entre la flore du 12° parallèle et celle du 15 ème.

342 Liste floristique des lisières des trois faciès

Compte-tenu de la structure mixte caractéristique de la végétation de ces écosystèmes de plateaux et de la faible pente, qui influencent le fonctionnement hydrologique, les lisières constituent un niveau de la phase boisée assez indicateur, pour constituer un axe d'étude de la strate herbacée. Sur la base de la pose au hasard des unités d'inventaire (le cadre de 1 m²), sur une cinquantaine de lisières nous sommes parvenus à dresser une liste plus ou moins exhaustive des espèces herbacées inféodées aux lisières .

Au total, nous avons recensé:

- 26 espèces herbacées sur le faciès de brousses structurées ;
- 17 à l'échelle du faciès de brousses persillées ;
- et 15 pour le faciès de brousses diffuses.

Ces chiffres respectifs semblent déjà traduire une réduction en nombre d'espèces du faciès structuré au faciès diffus. Ceci pourrait aisément s'expliquer par le gradient de pente qui baisse aussi à ces niveaux. En effet sur un faciès, la pente est un facteur important qui influence les zones de lisière, par le ruissellement et le vent qui amènent les alluvions, les colluvions, les graines pour les concentrer à ce niveau. Il semble donc que, plus la pente est forte, plus les apports et la couverture herbacée sont importants et vice versa. Cette observation pourrait être à la base de la forte colonisation de la strate herbacée, d'une manière générale à ce niveau. En effet, tous faciès confondus, nous comptons 38 espèces herbacées dominantes qui se regroupent en 17 familles et 34 genres. Les familles respectives les plus fortement représentées sont : Graminées (43%), Convulvacées (9%), Amaranthacées, Acanthacées, Fabacées et Rubiacées avec chacune (6%). **La liste 8 (en annexe)** présente la flore herbacée des lisières.

343 Densité des herbacées en lisières des trois faciès :

Dans l'hypothèse où la pente est un facteur qui favorise le stockage des minéraux dans les zones de lisières, nous serions tenté de dire que les herbacées qui pour la plupart ont un enracinement faible profitent de ces apports. Ceci pourrait avoir une conséquence sur leur production de biomasse et leur densité à l'unité de surface. C'est ainsi que les relevés effectués à ce niveau donne une densité moyenne à l'hectare de :

-Faciès de Brousses structurées : 6166 pieds/ha (soit 40% de la densité totale des herbacées de la bande boisée : lisière + sous-bois + zone ensoleillée). Dans ce faciès, les lisières sont principalement couvertes par quatre (4) espèces (soit 2 familles : Fabacées et Poacées) qui à elles seules constituent 81% des peuplements herbacés des lisières. Ce sont : *Zornia glochidiata* 28,78% ; *Loudetia togoensis* 22,35% ; *Panicum laetum* 16,89% et enfin *Tripogon minimus* 13,18%.

-**Faciès de Brousses persillées** : 9413 pieds/ha (soit 36% de la densité totale des herbacées dans la phase boisée). Pour ce faciès, les lisières sont différemment peuplées par quatre (4) espèces (soit 4 familles : Fabacées, Commelinacées, Amaranthacées et Rubiacées) qui à elles seules totalisent 84,23% de la densité des lisières. Ces espèces sont : *Zornia glochidiata* 52,78%, *Cyanotis lanata* 10,22%, *Achyranthes aspera* avec 11,65% et enfin *Borreria scabra* 9,58%.

-**Faciès de Brousses diffuses** : 6400 pieds/ha (soit 18% de la densité totale des herbacées dans la tache boisée). Au niveau de ce faciès, les lisières sont couvertes par seulement trois (3) espèces (soit 2 familles : Fabacées et Poacées) qui à elles seules totalisent 81,85% de la densité des lisières. Ces espèces sont : *Zornia glochidiata* 59,18%, *Tripogon minimus* 11,47% et enfin *Loudetia togoensis* 11,20%

La présentation de ces résultats met en évidence un certain nombre de constats très marquants :

- **La contribution des lisières à la densité totale des herbacées (Figure 25)**, traduit un gradient très net du 15ème au 12ème parallèle, même si la pluviométrie va en descendant :

+ 40% pour le système structuré qui pourrait s'expliquer par l'allure de la pente (faible) qui est régulière ; le rôle d'apport de l'impluvium ; une humidité suffisante à ce niveau, une dynamique forte du système.

+ 36% pour le persillé. Les tentatives d'explication peuvent être : la controverse de la pente qui devient plus faible et très irrégulière ; une dynamique qui diffère ; une tendance asymétrique de la répartition de la végétation et d'un impluvium moins efficace.

+ 18% seulement en système diffus. Là, la baisse sensible en densité des herbacées est due principalement à la pente qui s'annule plus ou moins, et à une répartition dosée par la concurrence entre ligneux et herbacées. A ce niveau les lisières accusent une forte densité dans le cas où un manteau ou voile sableux autorise cette colonisation.

- **La dominance des familles dans les lisières (Figure 26)** : En considérant tous les faciès, on retrouve principalement au niveau des lisières, deux familles : Fabacées (avec un représentant *Zornia glochidiata*) et Poacées (avec comme représentants : *Loudetia togoensis*, *Panicum laetum* et *Tripogon minimus*). Trois autres familles avec une faible représentation sont notées en plus sur le faciès de Brousses persillées. Les différents représentants observés sont surtout des espèces héliophiles, ce qui est une évidence.

344 Liste floristique des sous-bois des trois faciès

Constituant le deuxième point de relevé de la flore herbacée, la zone de fourré ou sous-bois constitue un milieu favorable à l'installation et au développement des espèces herbacées. Sur la base des comptages effectués sur une cinquantaine de sous-bois différents, nous sommes parvenus à dresser une liste des espèces herbacées de ce milieu. Au total on distingue :

- 28 espèces herbacées sur le faciès de brousses structurées ;
- 27 à l'échelle du faciès de brousses persillées ;
- et 24 pour le faciès de brousses diffuses.

Il semble donc qu'il n'y ait pas de variation sensible en nombre d'herbacées des sous-bois en changeant de faciès. Seulement au niveau du faciès structuré, la forte couverture de la végétation du fourré a du engendrer une richesse plus marquée en flore herbacée.

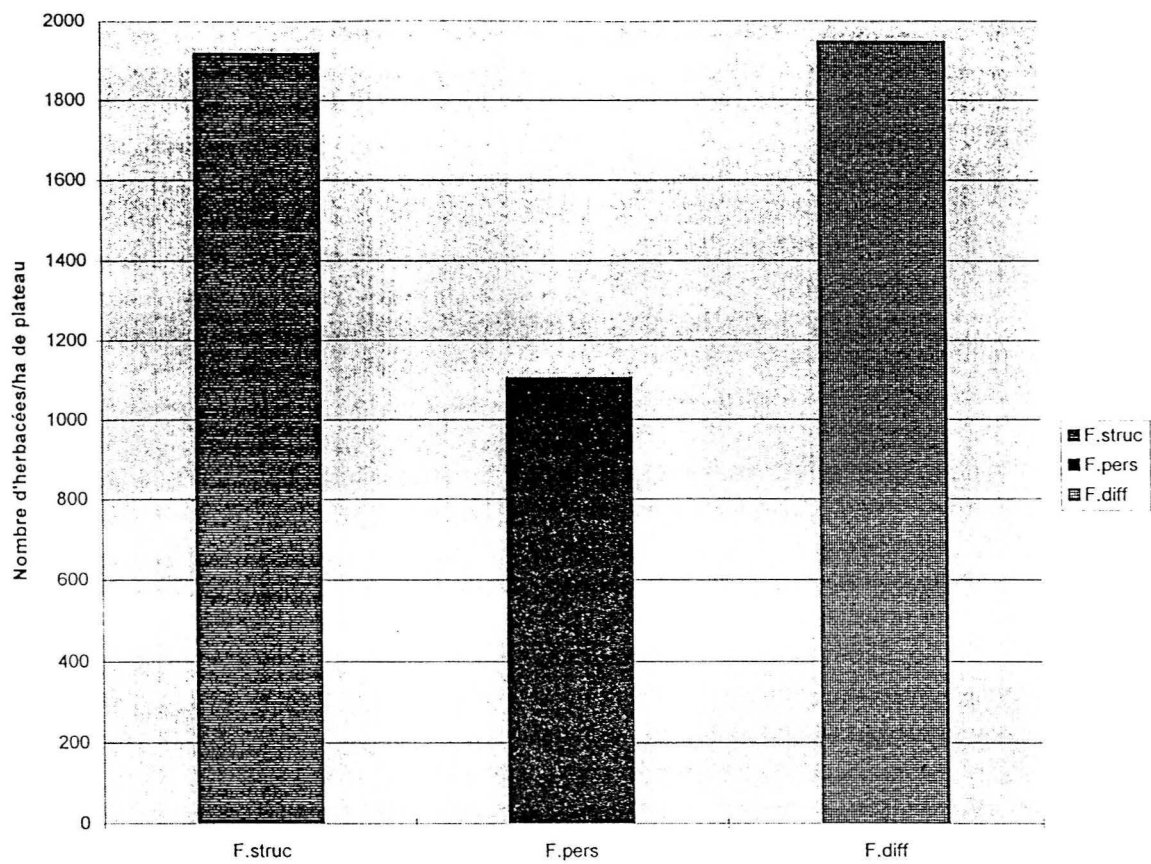


Figure n° 25 Variation de la densité des herbacées en Lisières sur les 3 faciès

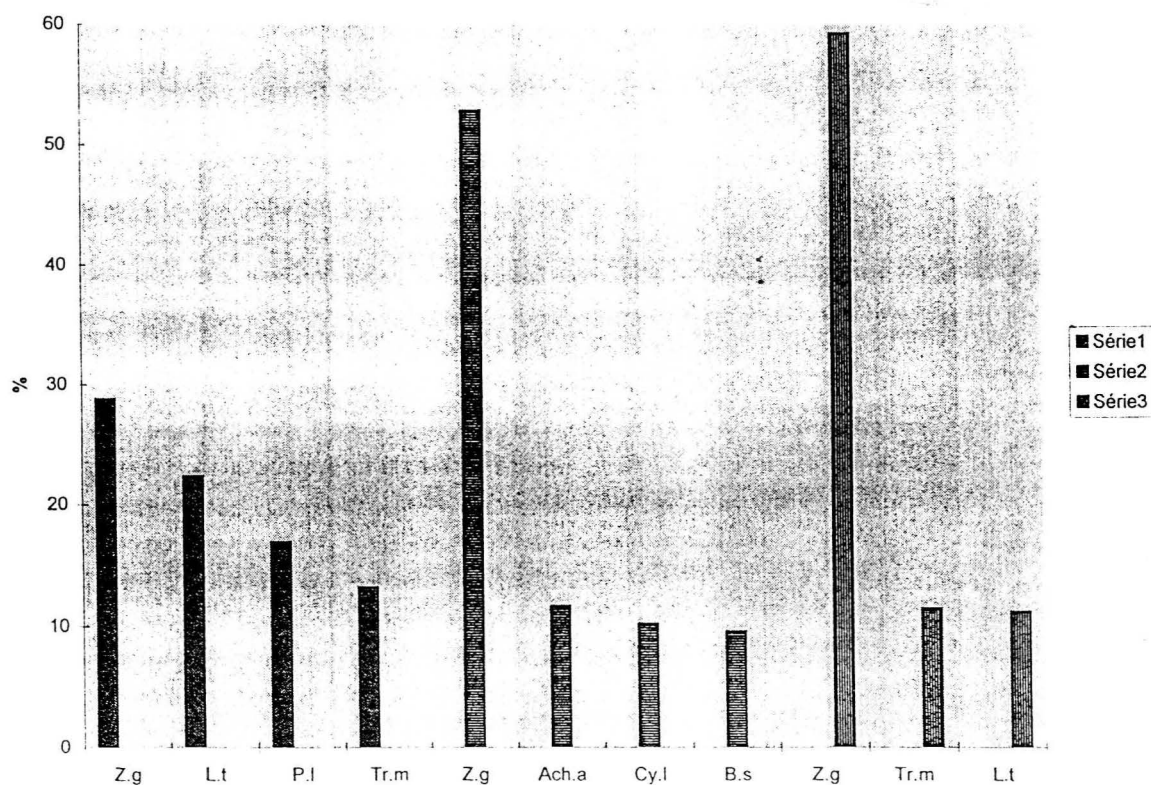


Figure n° 26 Dominance des herbacées recensées en lisières sur les faciès

En considérant les trois faciès étudiés, nous totalisons pour le sous-bois 43 espèces herbacées dominantes qui se regroupent en 16 familles et 34 genres. Respectivement, les familles suivantes sont les plus fortement représentées : Graminées (30%), Convolvulacées (14%), Caesalpiniacées (7%), Commelinacées (7%), Fabacées (7%). D'autres familles comme les Acanthacées, Amaranthacées, Rubiacées et Bryacées ont chacune (5%). La Liste n°9 (en annexe) présente la flore herbacée des sous-bois.

345 Densité des herbacées du sous-bois des trois faciès

Si le sous-bois constitue un milieu plus ou moins homogène, par rapport aux nombres d'herbacées qu'il accueille pour les trois faciès, cet état de fait a aussi influencé leur densité à l'unité de surface. C'est ainsi que les relevés effectués à ce niveau donne une densité moyenne à l'hectare de (à l'exclusion des mousses et hépatiques non comptées) :

-**Faciès de Brousses structurées** : 4338 pieds/ha (soit 28% de la densité totale des herbacées de la bande boisée : lisière + sous-bois + zone ensoleillée). Dans ce faciès, les sous-bois abritent principalement quatre (4) espèces (soit 3 familles : Rubiacées, Poacées et Tiliacées) qui à elles seules constituent 85% de la densité des sous-bois. Ce sont : *Borreria scabra* 31,17% ; *Triumfetta pentandra* 29% ; *Panicum laetum* 17,70% et enfin *Digitaria horizontalis* 6,98%.

-**Faciès de Brousses persillées** : 6112 pieds/ha (soit 25% de la densité totale des herbacées de la phase boisée). Pour ce faciès, les sous-bois sont identiquement couverts par trois (3) espèces (soit 3 familles : Rubiacées, Commelinacées, et Tiliacées) qui à elles seules totalisent 76% de la densité des sous-bois. Ces espèces sont : *Borreria scabra* 35,69%, *Triumfetta pentandra* 28% et *Cyanotis lanata* 12,25%.

-**Faciès de Brousses diffuses** : 9235 pieds/ha (soit 27% de la densité totale des herbacées dans la tache boisée). A ce niveau aussi trois (3) espèces (soit 3 familles : Tiliacées, Papilionnaceées et Labiées) qui à elles seules totalisent 47,22% de la densité des sous-bois. Ces espèces sont : *Triumfetta pentandra* 28,7% ; *Zornia glochidiata* 12,08%, et enfin *Englerastum gracillium* 6,44%

Ces résultats semblent indiquer que :

- **La contribution des sous-bois à la densité totale des herbacées** : traduit une variation faible selon les trois faciès :

+ 28 et 25% (de contribution) respectivement pour les systèmes structurés et persillés qui pourraient s'expliquer par : le niveau de production favorable au développement des herbacées, la présence du couvert qui conditionne certaines espèces sciaphytes exclusivement.

+ 27% pour la brousse diffuse. Cette contribution pourrait s'expliquer par : la position géographique de la zone où les grandes plages herbeuses caractérisent la savane ; la faible densité des arbustes qui fait que le sous-bois favorise l'arrivée de la lumière au sol, ce qui permet à certaines espèces de sous-bois de s'installer. Toutes ces raisons contribuent pour former une zone à forte diversité biologique.

- **La dominance des familles dans les sous-bois (Figure 27)** : Les sous-bois des trois faciès abritent principalement trois familles : Rubiacées (représentées par *Borreria scabra*), Tiliacées (avec un représentant *Triumfetta pentandra*) et Poacées (avec comme représentants : *Digitaria horizontalis*, *Panicum laetum*). Trois autres familles avec une faible représentation sont notées en plus : Fabacées (*Zornia glochidiata*), Labiées (*Englerastum gracillium*) et Commeliacées (*Cyanotis lanata*).. Les représentants principaux des sous-bois sont surtout des espèces sciaphytes renforcées par des héliophiles à un très faible taux. Aussi

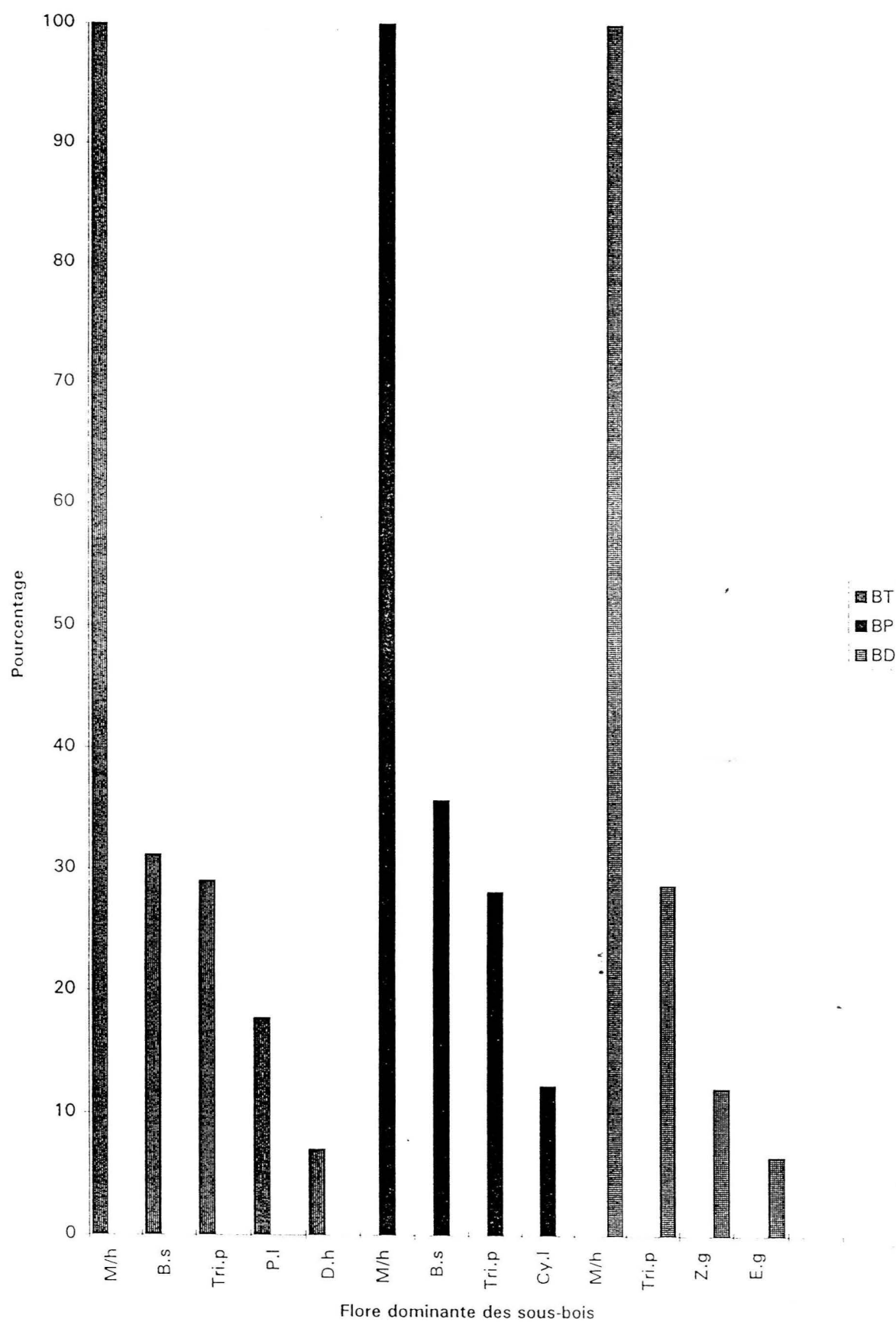


Figure n° 27 Dominance des espèces recensées dans les sous-bois sur les trois faciès de Brousses contractées de plateaux

compte tenu de l'importante hygrométrie des sous-bois, il faut noter la présence quasi permanente des mousses (*Archidium tenellum* et *Fissidens desertorum*) et d'hépatites (*Riccia trichocarpa*).

346 Liste floristique des zones ensoleillées des trois faciès

Les zones ensoleillées de faible couverture constituent le troisième point de relevé de la flore herbacée. Cette zone compte-tenu de son exposition au soleil, regorge d'espèces surtout héliophiles. A ce niveau aussi, les relevés au nombre d'une cinquantaine nous ont permis de dresser une liste. Par faciès nous avons recensé :

- 24 espèces herbacées sur le faciès de brousses structurées ;
- 16 à l'échelle du faciès de brousses persillées ;
- et 11 pour le faciès de brousses diffuses.

Les nombres respectifs d'espèces identifiées à ce point de relevé, sont très différents. Au niveau du faciès de Brousses Tigrées structurées, la sénescence des ligneux dans la zone aval de la bande boisée, réduit sensiblement le couvert au point de favoriser l'installation de certaines herbacées. En brousse persillée, le fonctionnement des phases boisées linéaires peut être la cause de réduction du couvert, et d'installation d'un nombre suffisant d'herbacées. Quand au faciès de brousses diffuses, il est marqué par une faible pente qui régularise la distribution plus ou moins homogène du couvert végétal. De là résulte une réduction sensible du nombre d'herbacées sur les zones ensoleillées qui dans beaucoup de cas sont des îlots ou manteaux sableux.

Pour l'ensemble des trois faciès, nous totalisons pour les zones ensoleillées 37 herbacées dominantes qui se regroupent en 15 familles et 32 genres. Respectivement, les familles suivantes sont les plus fortement représentées : Graminées (48%), Convolvulacées (5%), Amaranthacées (5%), Rubiacées (5%), Bryacées (5%), Fabacées (5%). La liste n°10 (en annexe) présente la flore herbacée des zones ensoleillées.

347 Densité des herbacées des zones ensoleillées des trois faciès :

Les zones ensoleillées constituant un milieu très variable par rapport au nombre d'herbacées inventoriées sur les trois faciès de brousses contractées de plateau, il serait difficile d'envisager les tendances de la densité spécifique herbacée de ce milieu. Ceci est d'autant vrai que les relevés effectués à ce niveau donne une densité moyenne à l'hectare de (à l'exclusion des mousses et hépatiques non comptées) :

-Faciès de Brousses structurées : 4961 pieds/ha (soit 32% de la densité totale des herbacées de la bande boisée : lisière + sous-bois + zone ensoleillée). Dans ce faciès, les zones ensoleillées abritent principalement quatre (4) espèces (soit 3 familles : Fabacées, Poacées et Molluginacées) qui à elles seules constituent 80% de la densité des zones ensoleillées. Ce sont : *Zornia glochidiata* 43,16%, *Mollugo nudicaulis* 10,53%, *Loudetia togoensis* 17% et *Aristida mutabilis* 9,46%.

-Faciès de Brousses persillées : 10615 pieds/ha (soit 41% de la densité totale des herbacées dans la phase boisée). Pour ce faciès, les zones ensoleillées sont couvertes quasiment par trois (3) espèces (soit 2 familles : Fabacées et Poacées) qui à elles seules totalisent 95,56% de la densité des zones ensoleillées. Ces espèces sont : *Zornia glochidiata* 57,81%, *Tripogon minimus* 23,93% et *Microchloa indica* 13,82%.

-Faciès de Brousses diffuses : 19050 pieds/ha (soit 55% de la densité totale des herbacées dans la tache boisée). A ce niveau aussi trois (3) espèces (soit 2 familles : Papilionnacées et Poacées qui à elles seules totalisent 93,39% de la densité de ce point de relevé. Ces espèces sont : *Tripogon minimus* 43,01%, *Zornia glochidiata* 26,11%, et enfin *Loudetia togoensis* 24,27%.

Ces résultats semblent exprimer que :

- La contribution des zones ensoleillées à la densité totale des herbacées (Figure n°28) : traduit une variation très forte selon les trois faciès :

+ 32% pour le système structuré qui représente la plus faible densité de ce niveau sur les trois faciès. Ceci pourrait s'expliquer par la concentration des flux hydriques à un niveau de production qui favorise nettement les ligneux.

+ 41% pour le faciès de brousses persillées, où les tentatives d'explication peuvent être : la controverse de la pente qui devient plus fluctuante et très irrégulière, que celle du faciès de brousses structurées, d'où une tendance asymétrique de la répartition de la végétation ligneuse qui favorise l'accessibilité des herbacées aux radiations solaires.

+ 55% qui est la plus forte contribution notée sur le faciès de brousses diffuses. Là, la répartition dosée par la concurrence entre ligneux (plus espacés) et herbacées semble avoir nettement favorisé les herbacées. Aussi, avec le substrat et l'unité morphopédologique que sont les basses plateaux envahis par des dépôts éoliens, le milieu semble offrir de meilleures conditions d'installation des herbacées.

- La dominance des familles dans les zones ensoleillées (Figure29) : En considérant tous les faciès, on retrouve principalement aux niveaux de ce troisième point de relevé des herbacées trois (3) familles : Fabacées (avec un représentant *Zornia glochidiata*), Poacées (avec comme représentants : *Loudetia togoensis*, *Tripogon minimus*, *Microchloa indica* et *Aristida mutabilis*), en plus de la famille des Molluginacées (dont l'unique représentant est *Mollugo nudicaulis*) Tous ces différents représentants observés sont exclusivement des espèces héliophiles, ce qui semble être normal.

Après avoir passé en revue, la contribution des points de relevé à la densité totale par faciès, nous allons pouvoir calculer cette dernière quoiqu'elle ne soit moins significative que celles des lisières, sous-bois et zones ensoleillées. En effet, la densité totale d'herbacées calculée par hectare passe de 15.465 pieds/ha pour le faciès de Brousses structurées à 26.137 pieds/ha pour le faciès de Brousses persillées et atteindre 34.685 pieds/ha pour le faciès de Brousses diffuses. Ceci traduit une baisse très sensible en densité des herbacées partant du faciès situé au sud (diffus) de notre transect d'étude vers les faciès au nord (plus structurés). La figure n° 30 traduit la variation de la densité par ha à l'échelle de nos sept stations écologiques.

348 Spectre biologique des trois faciès

Les résultats exposés sur la démographie des ligneux et la flore herbacée de ces écosystèmes forestiers contractés des plateaux, nous ont permis de définir respectivement pour chacune des espèces le type biologique. Nous avons ensuite procédé à leur regroupement pour en constituer le spectre biologique. Les spectres biologiques des trois faciès (Tableaux n°6, 7, 8) et des formations contractées des plateaux (Tableaux n°9), prennent en compte les ligneux

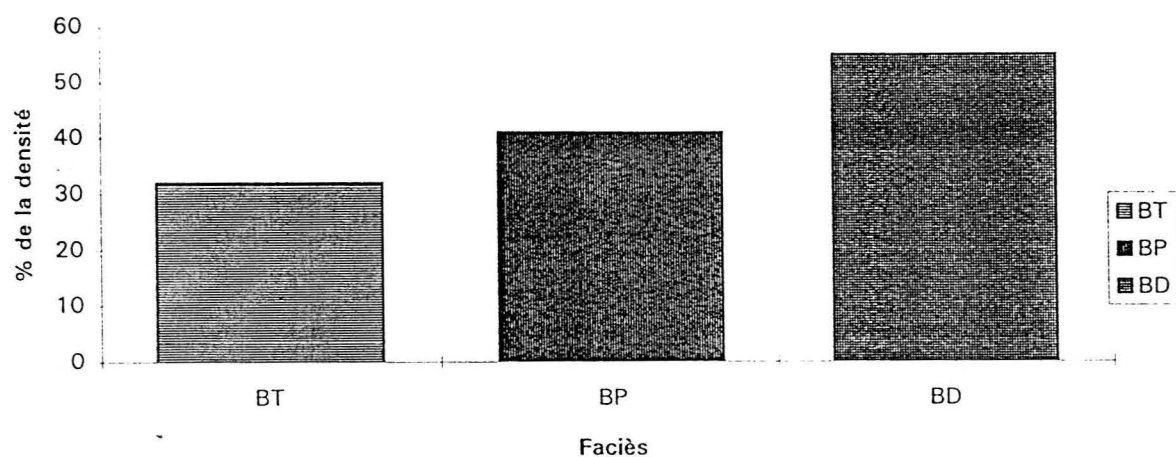


Figure n° 28 Variation du % de la densité des herbacées des zones ensoleillées sur les 3 faciès

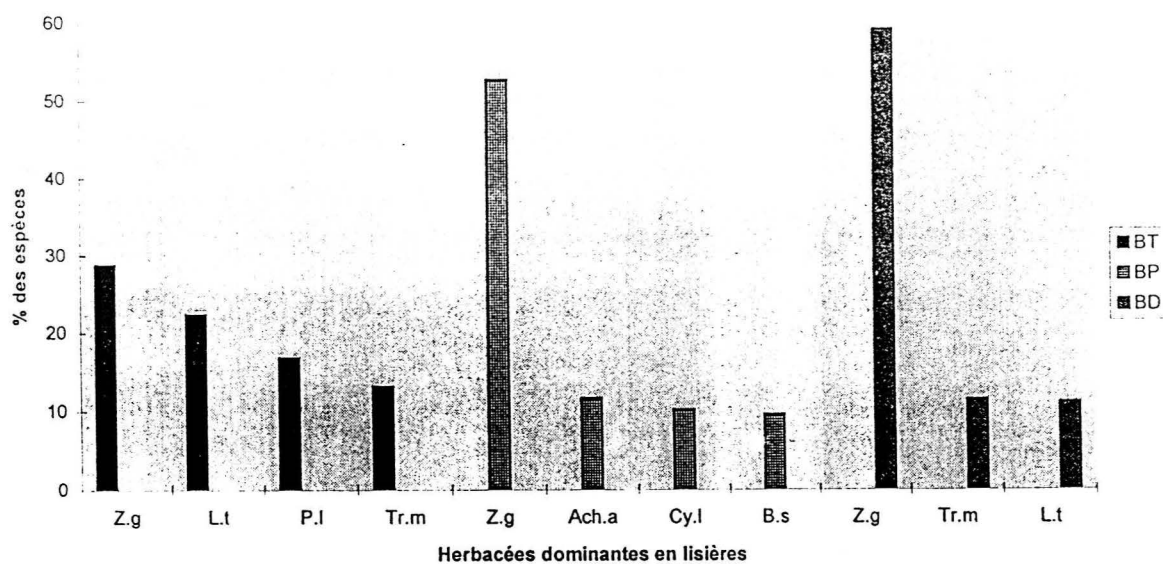


Figure n°29 Dominance des espèces herbacées recensées dans les zones ensoleillées

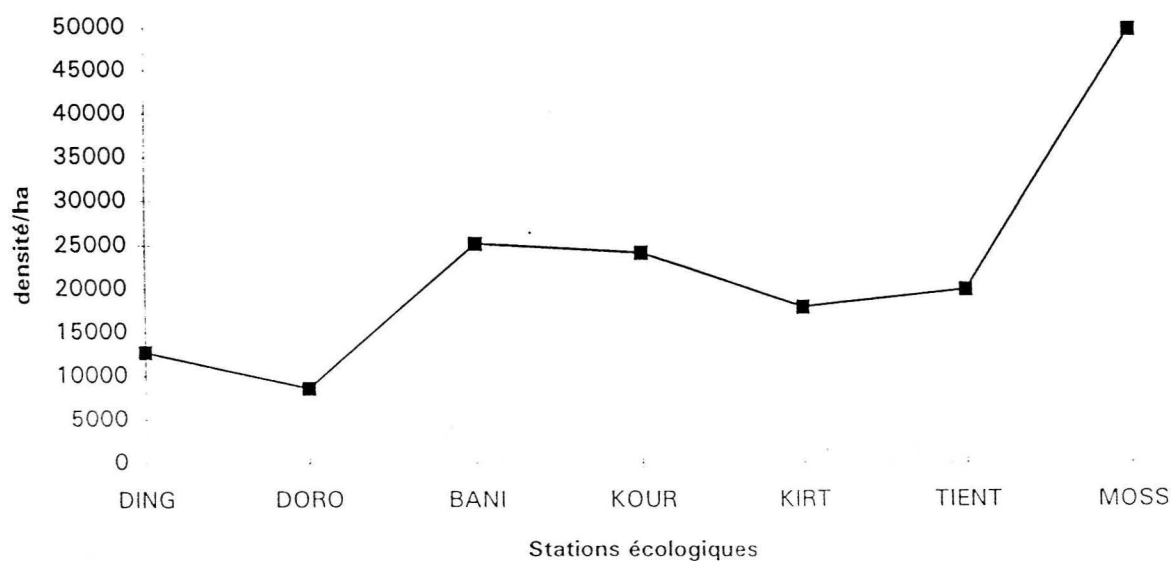


Figure n°30 Variation de la densité des herbacées/ha à l'échelle des 7 stations

Tableau n°6 Spectres biologiques de la Flore du faciès
Brousse Tigrée

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hemicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total
	np	mp	mP			Geophytes		Hydrophytes		
						Gr	Gb			
Nbre d'espèces	7	18	1	5	2	1	2	1	78	115
Total	26			5	2	4			78	115
% du total	23			4	2	3			68	100

Sur un total de 115 espèces, les thérophytes représentent 68% et les phanérophytes 23%. Des 26 phanérophytes les microphanérophytes sont au nombre 18. L'abondance des thérophytes explique une parfaite adaptation au régime climatique de cette zone du 15° parallèle. De l'importance des phanérophytes, SAADOU,1990 attribue une vocation forestière à ces plateaux.

% des types biologiques du Faciès Brousse structurée

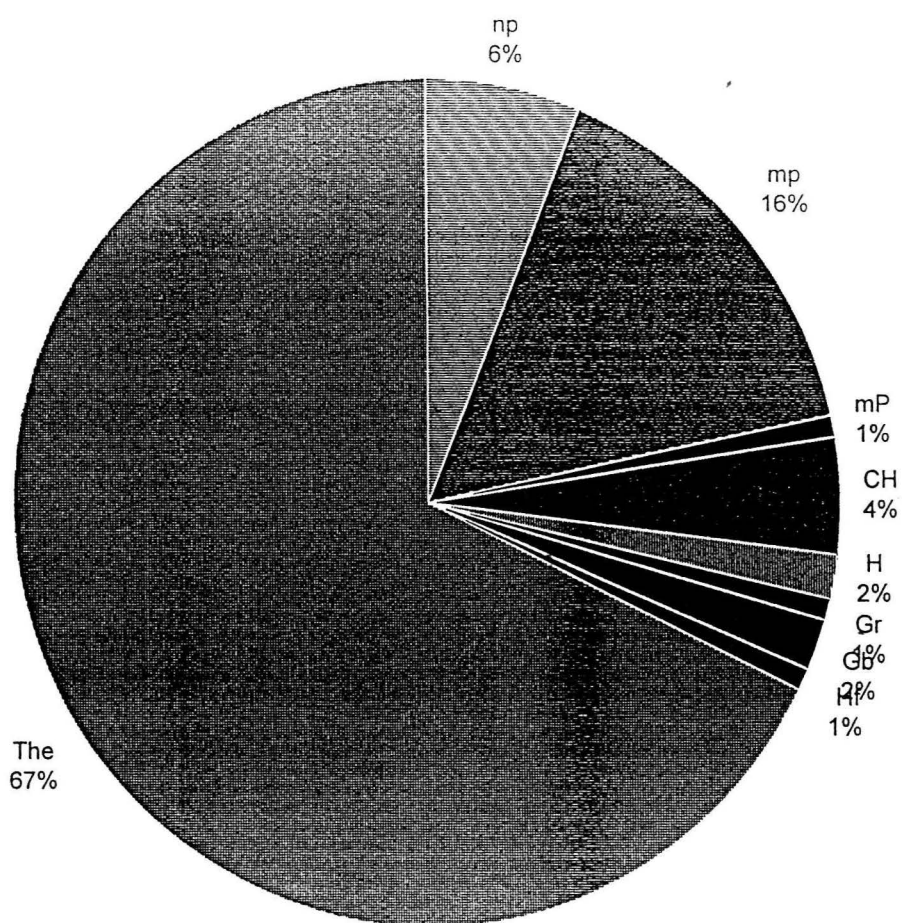


Tableau n° 7 Spectres biologiques de la Flore de la Brousse Persillée

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hemicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total		
						Geophytes		Hydrophytes				
	np	mp	mP			CH	H				Gr	Gb
Nbre d'espèces	8	23	2	6	1	1	3	1	73	118		
Total	33			6	1	5			73	118		
% du total	28			5	1	4			62	100		

Ce spectre biologique montre une dominance des thérophytes (62%) suivis dans l'ordre d'importance décroissante par les phanérophytes et les chaméphytes. Parmi les cryptophytes, les géophytes bulbeux constituent plus de la moitié. A ce niveau aussi, les microphanérophytes forment plus du 2/3 des phanérophytes. Si l'importance des géophytes parmi les cryptophytes est relativement forte cela justifie des sols favorables à accueillir leurs réserves (rhizomes ou bulbes). Aussi, le nombre des nanophanérophytes, peut traduire des ligneux constituant un sous étage évident.

% des types biologiques du Faciès Brousse Persillée

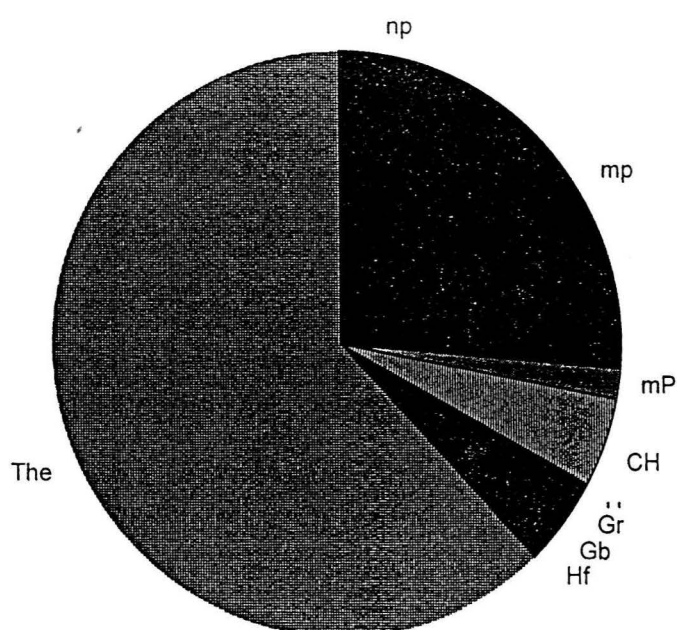


Tableau n° 8 Spectres biologiques de la Flore de la Brousse Diffuse

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hémicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total
						Géophytes		Hydrophytes		
	np	mp	mP			CH	H	Gr		
Nbre d'espèces	9	35	9	6	4	5	3	1	64	136
Total	53			6	4	9			64	136
% du total	39			4	3	7			47	100

Au niveau de ce spectre biologique, la prédominance des phanérophytes et des thérophytes est presque égale (39% et 47%). Ce qui selon DANDJIMO 1997 paraît normal pour le milieu terrestre des plateaux. Viennent après les cryptophytes avec 7% pour justifier des conditions édaphiques meilleures. Les chaméphytes et les hémicryptophytes représentent eux deux réunis moins de 10%.

% des types biologiques du Faciès Brousse Diffuse

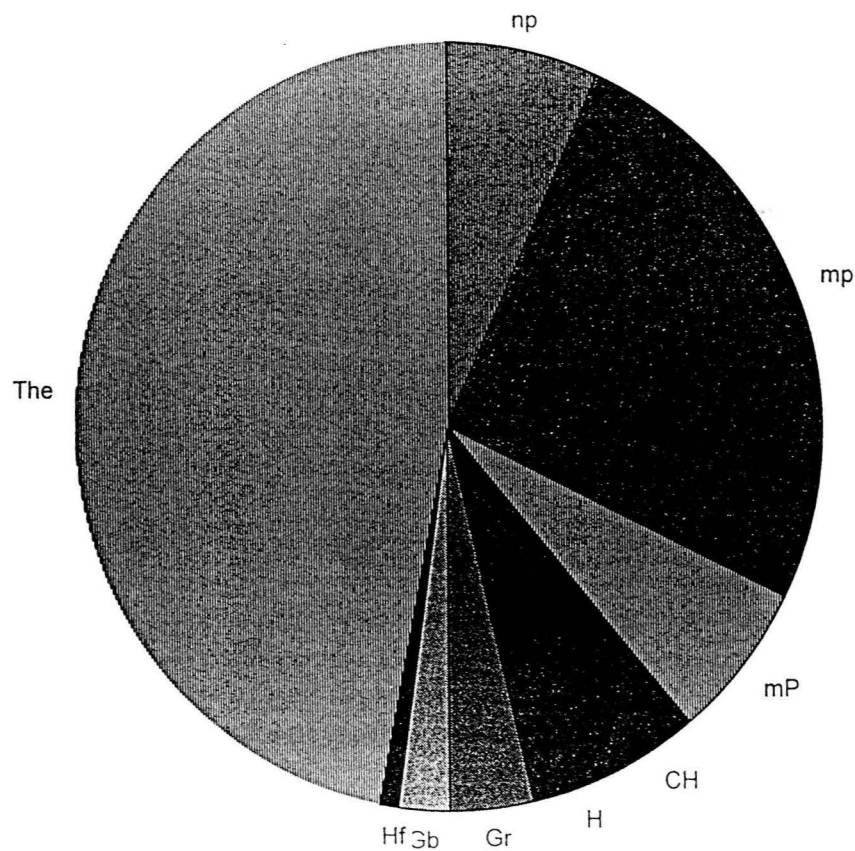
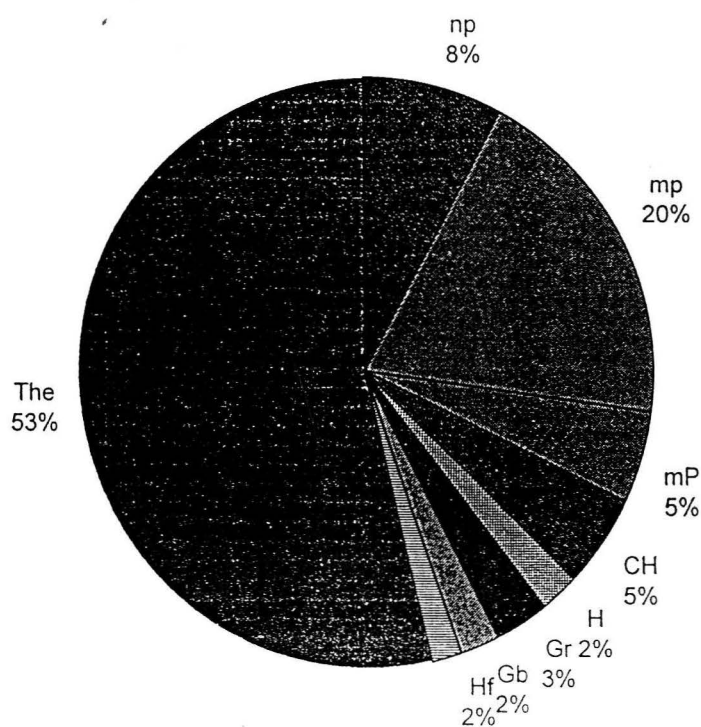


Tableau n° 9 Spectres biologiques de la Flore des écosystèmes forestiers contractés des plateaux de l'ouest nigérien

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hémicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total			
						Géophytes		Hydrophytes					
	np	mp	mP			CH	H	Gr			Gb	Hf	The
Nbre d'espèces	14	36	9	9	4	6	4	3	98	183			
Total	59			9	4	13			98	183			
% du total	32			5	2	7			54	100			

Sur un total de 183 espèces le spectre biologique fait apparaître une prédominance des thérophytes (54%) et phanérophytes (32%). Viennent ensuite les cryptophytes et chaméphytes avec 7 et 5%. Ces pourcentages traduisent des conditions d'aridité du climat d'une façon générale. Les thérophytes étant les plus représentés, ils utilisent le mode de multiplication sexuée pour se reproduire dans un cycle assez court. En effet, la longueur de la période sèche dans l'année étant longue, le manque d'eau et l'évapotranspiration constituent des entraves pour la multiplication. Ils passent cette saison à l'état de vie ralentie dans le sol. Quand les conditions s'améliorent, les graines disséminées poussent. Ces rappels expliquent l'harmonie qui y règne entre ces thérophytes et les conditions climatiques difficiles

% des types biologiques de la flore des formations forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien



et les herbacées. Par contre ceux définis pour les lisières (**Tableaux n°10**), les sous-bois (**Tableaux n°11**) et les zones ensoleillées (**Tableaux n°12**), ne portent que sur les espèces herbacées. Après chaque tableau présenté suivent une analyse et un graphique pour mettre en relief les types biologiques qui dominent. Comme nous allons le voir les thérophytes et phanérophytes tiennent respectivement les premières places. Ils sont suivis par les chaméphytes et cryptophytes.

35 Biomasse aérienne de la strate herbacée

Nous abordons dans ce chapitre la phytomasse épigée de la strate herbacée. Servant de fourrage aux animaux, elle a été beaucoup plus étudiée par les pastoralistes. Dans notre cas de figure, l'hypothèse de travail prévoit "une production de système" supérieure ou au moins égale pour les écosystèmes structurés des plateaux, par rapport aux systèmes de brousses diffuses. Partant de cette considération, le concept de production devrait alors prendre en compte les deux strates ligneuses et herbacées de la végétation. Nous avons depuis quatre ans travaillé sur la production épigée ligneuse de ces systèmes et la partie intégrée dans ce DEA, constitue une première conclusion à une échelle régionale, qu'il faut affiner. La production épigée de la composante herbacée n'a fait l'objet d'étude que lors de cette première campagne. Sur le plan statistique nous ne pouvons pas parler de fiabilité des résultats sur les mesures effectuées pendant une seule campagne. Mais, selon PEYRE DE FABEGUES (1996), la production de biomasse herbacée au Sahel est étroitement conditionnée par les pluies de l'année. Paraissant absolue pour les plantes annuelles, cette relation pourrait se vérifier simplement en cas de pluviométrie nulle (cas localement observés le plus souvent) où alors les plantes ne poussent pas. La même relation serait également marquée (précise PEYRE DE FABEGUES) dans le cas des végétaux pérennes. Ces derniers ralentissent leur métabolisme pour éviter d'entrer en phase d'épuisement, ou bien poursuivent leur croissance un certain temps en utilisant leur réserve, d'où danger de disparition par épuisement. Cette relation paraissant étroite, plusieurs chercheurs ont alors tenté d'identifier la relation «quantité de pluies/quantité de matière végétale vivante produite». Il est apparu une certaine variation de ce ratio non seulement avec la quantité de précipitations et la répartition (fréquence, densité instantanée etc.), mais aussi avec les conditions stationnelles (sol, pente etc.) et l'espèce végétale concernée. Nous avons synthétisé les propos de cet auteur dessus, pour indiquer que la modélisation de ces facteurs est complexe et que les productions herbacées annuelles sont plus ou moins très fluctuantes. Sur la base de ce raisonnement, nous exposons nos résultats obtenus à l'unité de surface par faciès de brousses contractées (**figure n°31**), avant de fournir les détails par point de relevé, qui nous paraissent assez explicatifs de la production épigée herbacée totale. Par Faciès, les mesures effectuées nous permettent d'estimer la production épigée herbacée de cette campagne à :

Faciès de brousses structurées	: 1918 kg \pm 118 kg de MS/ha de plateau.
Faciès de brousses persillées	: 1105 kg \pm 102 kg de MS /ha de plateau.
Faciès de brousses diffuses	: 1946 kg \pm 207 kg de MS /ha de plateau.

Production moyenne de ces écosystèmes : 1656 kg de MS/ha de plateau. (\pm 421 kg)

Ces écosystèmes étant positionnés entre les isohyètes 250 et 750 mm de pluies, cette production semble plus grande que celle donnée par PEYRE DE FABEGUES (1996), de 700 à 1200 kg de MS/ha pour la zone sahélienne recevant de 200 à 750 mm de pluie. Elle paraît encore plus grande que celle obtenue par ACHARD (1990) de 980 kg de MS/ha sur Fayra (567 mm tombés). Elle semble aussi plus importante que celle trouvée par CHASE et

**Tableau n°10 Spectres biologiques des herbacées
inféodées aux lisières**

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hémicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total
	np	mp	mP	CH	H	Géophytes		Hydrophytes	The	
						Gr	Gb	Hf		
Nbre d'espèces	0	0	0	1	0	0	0	1	36	38
Total	0			1	0	1			36	38
% du total	0			2,5	0	3			95	100

Il s'observe une dominance absolue des thérophytes dans ce spectre biologique. En effet 95% des 38 herbacées sont des thérophytes. Compte-tenu de l'exposition des lisières, les herbacées héliophiles sont majoritaires par rapport aux sciaphiles.

% des types biologiques des herbacées des lisières

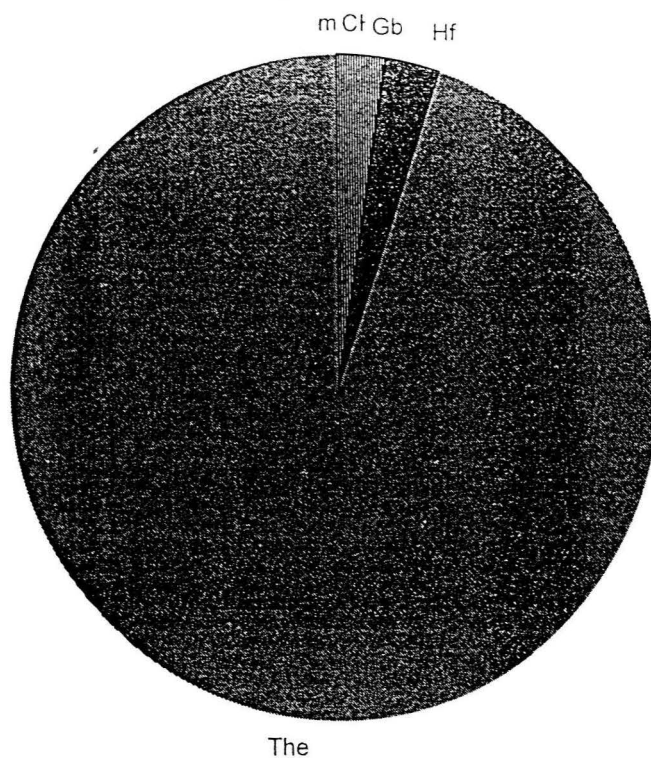


Tableau n° 11 Spectres biologiques des herbacées du sous-bois

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hémicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total
						Géophytes		Hydrophytes		
	np	mp	mP			Gr	Gb	Hf		
Nbre d'espèces	0	0	0	3	0	0	0	1	39	43
Total	0			3	0	1			39	43
% du total	0			7	0	2			86	100

Sur un total de 43 herbacées inféodées à ce milieu, 86% sont des thérophytes et 7% des chaméphytes. Aussi compte-tenu des conditions spécifiques à ce niveau, les espèces sciaphiles dominent largement sur les héliophiles. La présence d'un pourcentage faible de 2% d'hydrophytes facultatifs justifie encore les conditions hygrométriques.

% des types biologiques des herbacées du sous-bois

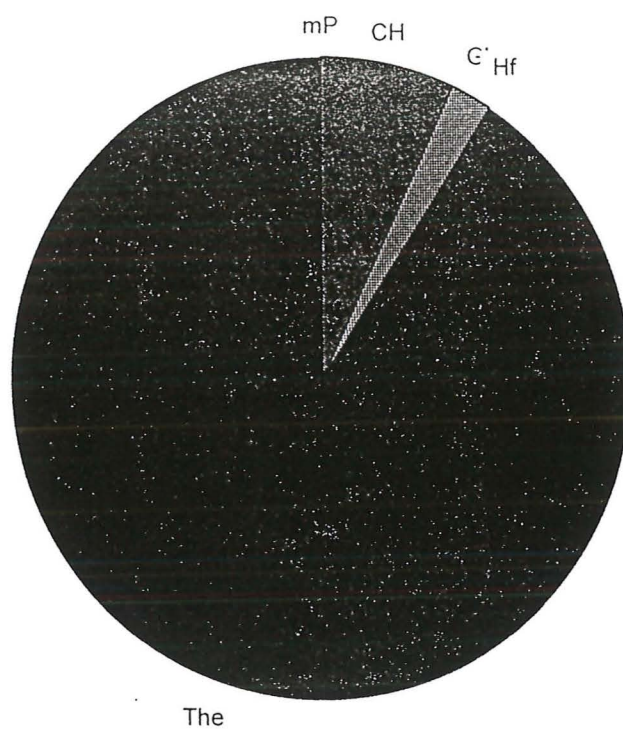
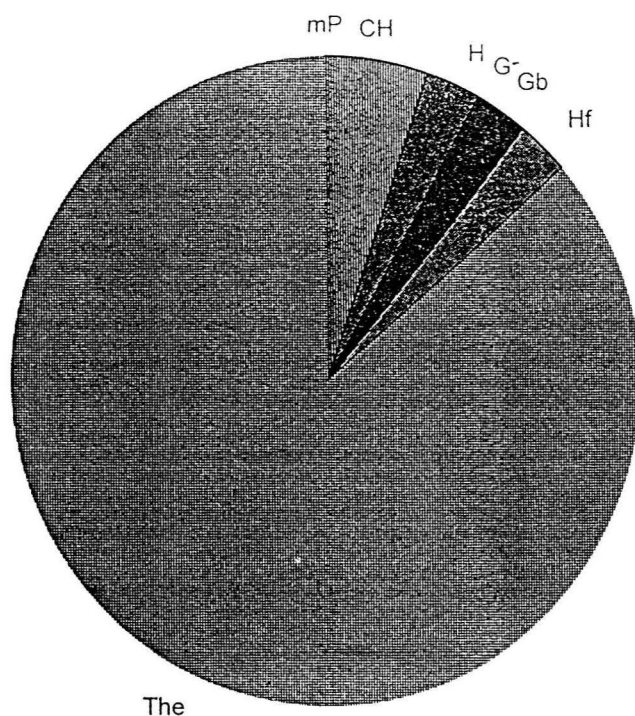


Tableau n° 12 Spectres biologiques des herbacées des zones ensoleillées

	Phanérophytes			Chaméphytes	Hémicrypto- phytes	Cryptophytes			Thérophytes	Total
						Géophytes		Hydrophytes		
	np	mp	mP			Gr	Gb	Hf		
Nbre d'espèces	0	0	0	2	1	0	1	1	32	37
Total	0			2	1	2			32	37
% du total	0			5	3	5			86	100

Au niveau des zones ensoleillées, le spectre biologique devient plus élargi. On note une dominance des thérophytes (86%). Après viennent les cryptophytes et les chaméphytes avec respectivement 5% et enfin les hémicryptophytes avec un faible taux de 3%. Dans l'ensemble, les espèces présentes tendent à marquer un milieu aride.

% des types biologiques des herbacées des zones ensoleillées



BOUDOURESQUE (1989) dans la forêt de Guesselbody en 1983 et 1985 de 890 kg et 931 kg pour une pluviométrie entrant dans cet intervalle. Elle est également supérieure à celle donnée par de WINTER et al (1989) pour les brousses tigrées dégradées de Hamadidié et Diakindi de 278 et 570 kg de MS/ha, pour 500 mm. Cette production est par contre inférieure à celle observée par GEERLING et de BIE (1987) dans les forêts de Bissiga et Nakabé, situées dans une zone climatique proche du Burkina-Faso : 2150 kg de MS/ha. La figure n° 32 donne une vision globale des productions épigées herbacées des sept stations par rapport à la pluviométrie correspondante. Nous allons ensuite présenter les résultats de production herbacée épigée par rapport aux différents points de relevé (lisières, sous-bois et zones ensoleillées), pour pouvoir dégager la contribution des principales familles et espèces à cette production de phytomasse herbacée épigée.

351 Biomasse aérienne sèche produite en lisière des trois faciès :

La production de phytomasse épigée herbacée de MS en lisière est essentiellement fournie par deux familles : les Fabacées et les Poacées. Le détail par faciès est le suivant :

Faciès de Brousses structurées : pour une production totale de phytomasse sèche herbacée épigée de 1.918 kg de MS/ha pour ce faciès, la contribution des herbacées des lisières représente environ 54%, soit 1.027 kg de MS. Par cette contribution, les lisières constituent le premier important point de relevé productif en matière sèche herbacée. D'un point de vue spécifique la production de cette lisière se répartit entre les herbacées dominantes suivantes :

- <i>Loudetia togoensis</i>	77%
- <i>Zornia glochidiata</i>	9%
- <i>Panicum laetum</i>	5%
- <i>Tripogon minimis</i>	3%.

Faciès de Brousses persillées : avec 1.105 kg de MS/ha produits par ce faciès, la contribution des herbacées des lisières est de 42%, soit 459 kg de MS. Même si par cette contribution, les lisières constituent le plus important point de relevé productif pour ce faciès, sa participation à la production est moins importante que celle du faciès structurée (54%). La répartition de la production par espèces principales donne :

- <i>Zornia glochidiata</i>	69%
- <i>Borreria scabra</i>	12%
- <i>Cyanotis lanata</i>	3%
- <i>Achyranthes aspera</i>	3%.

Faciès de Brousses diffuses avec 1.946 kg de MS/ha produits par ce faciès, la contribution des lisières est de l'ordre de 28%, soit 554 kg de MS herbacée épigée. Cette contribution est encore moins importante que celle des deux premiers faciès. En effet, la réduction graduelle de la production des lisières, pourrait se relier et se justifier par le marquage dégressif des lisières du faciès structuré au faciès diffus. Sur ce faciès diffus, en lisière, la production herbacée de MS représente par rapport aux espèces les pourcentages suivants :

- <i>Zornia glochidiata</i>	47%
- <i>Loudetia togoensis</i>	25%
- <i>Tripogon minimus</i>	9%

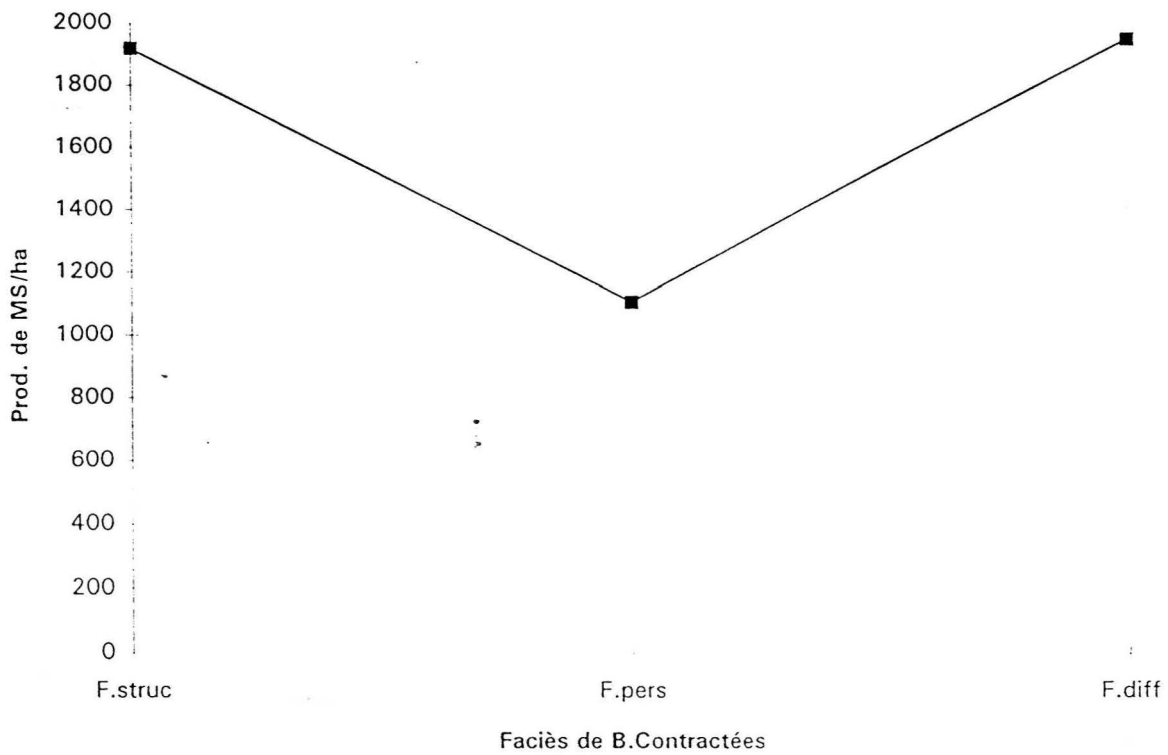


Figure n°31 Comparaison de la Production épigée herbacée des trois faciès

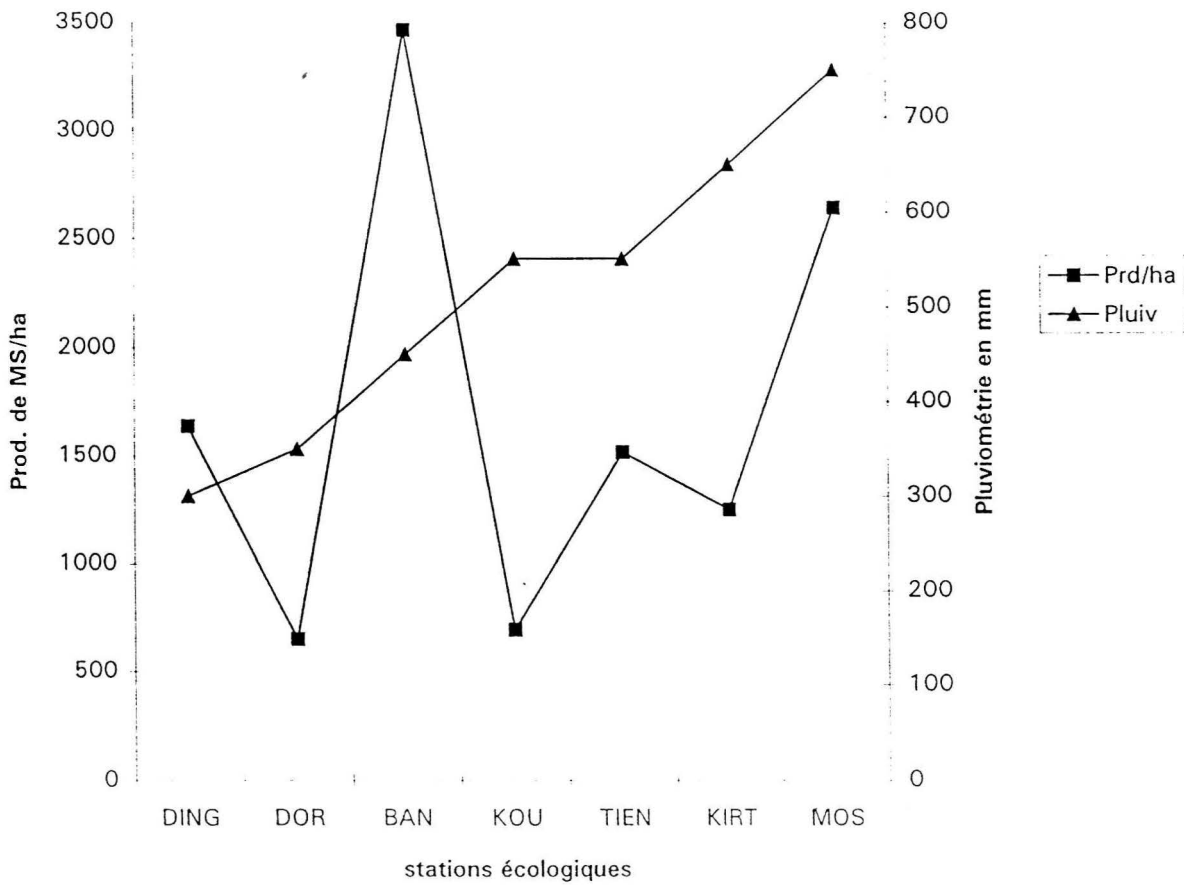


Figure n°32 Production épigée herbacée des 7 stations et la pluviométrie

352 Biomasse aérienne sèche produite en sous-bois des trois faciès :

Au niveau des sous-bois, la récolte intégrale effectuée sur la population herbacée sondée nous donne par faciès, les résultats suivants :

Faciès de Brousses structurées : Pour une contribution de 17% (332 kg) des 1.918 kg de MS/ha produits par ce faciès, la répartition de cette production donne pour les quatre herbacées dominantes les pourcentages de participation suivants :

<i>Borreria scabra</i>	48%
<i>Triumfetta pentandra</i>	20%
<i>Panicum laetum</i>	17%
<i>Digitaria horizontalis</i>	2%

Faciès de Brousses persillées : Au niveau de ce faciès, pour une production /ha en MS de 1.105 kg, la population herbacée des fourrés contribue pour 28% soit 309 kg. Cette contribution est plus marquée en terme de pourcentage que celle des sous-bois du faciès de brousses structurées tigrées. A ce niveau, seulement trois herbacées contribuent fortement à cette production :

<i>Borreria scabra</i>	35%
<i>Triumfetta pentandra</i>	31%
<i>Cyanotis lanata</i>	3%.

Faciès de Brousses diffuses : Sur ce faciès, la production /ha en MS de 1.946 kg, est constituée notamment par 31% soit 596 kg produits par les herbacées du sous-bois. Cette contribution est encore plus importante en terme de pourcentage que celles des sous-bois des deux premiers faciès de brousses contractées. A ce niveau, quatre herbacées contribuent sensiblement à cette production, à côté d'une multitude d'autres à faible production :

<i>Triumfetta pentandra</i>	15%
<i>Zornia glochidiata</i>	5%
<i>Blepharis maderaspatensis</i>	5%
<i>Englerastrum gracillimum</i>	2%

Il semble donc qu'en sous-bois, la contribution des herbacées à la production totale/ha des faciès est fournie essentiellement par les familles suivantes : Rubiacées , Tiliacées, Poacées et Commelinacées.

353 Biomasse aérienne sèche produite en zones ensoleillées des trois faciès

Au niveau des zones ensoleillées, la contribution des herbacées à la production totale de phytomasse épigée par ha et dans les trois faciès est largement dominée à l'instar des zones de lisière par principalement deux familles : Fabacées et Poacées. Ainsi, par faciès, la contribution de ce troisième point de relevé présente les variations suivantes :

Faciès de Brousses structurées : La contribution des zones ensoleillées à la production totale de 1918 kg/ha de MS pour ce faciès, est de l'ordre de 29% pour 560 kg. Deux espèces dominant dans cette contribution à savoir :

<i>Loudetia togoensis</i>	52%
<i>Zornia glochidiata</i>	36%.

Elles sont secondées par deux autres espèces dont la contribution est très faible : *Aristida mutabilis* et *Mollugo nudicaulis* avec chacune 2%.

Faciès de Brousses persillées : Pour les 1.105 kg de MS produits par hectare sur ce faciès, les espèces herbacées des zones ensoleillées fournissent 30% (336 kg), ce qui est plus important qu'en brousses structurées. A ce niveau aussi, seules deux espèces fournissent la plus grande part de la production :

<i>Tripogon minimus</i>	53%
<i>Zornia glochidiata</i>	41%.

Une poacée : *Microchoa indica* les suit avec 2% de participation.

Faciès de Brousses diffuses : Au niveau de ce troisième faciès, dont la production moyenne à l'hectare est de 1.946 kg, les herbacées du troisième point de relevé ont contribué pour 41% (796 kg), ce qui est largement en dessus des deux apports dessus. Cet important appoint provient de trois espèces :

<i>Tripogon minimus</i>	73%
<i>Zornia glochidiata</i>	14%
<i>Loudetia togoensis</i>	7%.

354 Répartition spécifique de la phytomasse épigée herbacée

Sur la base des résultats de production de phytomasse sèche présentés par faciès et pour les trois points de relevé des herbacées, nous avons établi un calcul qui prend en compte les herbacées dominantes et leur contribution pour obtenir pour chacune d'elle sa contribution moyenne par rapport à toutes les herbacées de la liste floristique du faciès ou point de relevé. Ces calculs semblent plus réalistes, car ils fournissent la contribution spécifique en rapport avec celle de toutes les espèces de la liste. Les **tableaux n°13 et 14**, donnent la liste des herbacées dominantes, leurs contributions à la production totale et leurs familles. Enfin, il est donné les précisions sur l'utilisation de chaque espèce comme pâturage.

Tableau n°13 Répartition spécifique de la phytomasse herbacée par faciès

Faciès	Familles	Herbacées	Appoint en %	Utilisation de l'espèce
Brousses structurées	Poacées	<i>Loudetia togoensis</i>	56	non appetée
	Fabacées	<i>Zornia glochidiata</i>	16	très recherchée en vert
	Rubiacees	<i>Borreria scabra</i>	8	peu appetée
	Poacées	<i>Panicum laetum</i>	6	très appetée
Brousses persillées	Fabacées	<i>Zornia glochidiata</i>	40	très recherchée en vert
	Poacées	<i>Tripogon minimus</i>	16	non appetée
	Rubiacees	<i>Borreria scabra</i>	15	peu appetée
	Tiliacées	<i>Triumfetta pentandra</i>	9	non appetée
Brousses diffuses	Poacées	<i>Tripogon minimus</i>	33	non appetée
	Fabacées	<i>Zornia glochidiata</i>	21	très recherchée en vert
	Poacées	<i>Loudetia togoensis</i>	10	non appetée
	Tiliacées	<i>Triumfetta pentandra</i>	5	non appetée

Il semble se traduire à travers ce tableau, que les faciès de Brousses contractées de plateau comportent essentiellement six espèces herbacées dominantes (utilisable comme fourrage) dont la contribution en pâturage est importante. Soit l'ordre d'importance suivant établi pour les faciès :

- **faciès de brousses persillées** ayant deux herbacées dominantes qui ont une contribution de 55% à la production de phytomasse herbacée utilisable par les animaux,

- **faciès de brousses structurées** dont trois herbacées fournissent 30 % d'apport à la production du fourrage,

- **faciès de brousses diffuses** ne disposent que de 21 % de contribution en fourrage par une seule espèce herbacée qui domine.

Pour les trois points de relevé des herbacées, la contribution des espèces dominantes à la production de MS est la suivante :

Tableau n°14 Répartition spécifique de la phytomasse herbacée par points de relevé

Points de relevé	Familles	Herbacées	Appoint en %	Utilisation de l'espèce par les animaux
Lisière	Poacées	<i>Loudetia togoensis</i>	46	non appetée
	Fabacées	<i>Zornia glochidiata</i>	43	très recherchée en vert
	Poacées	<i>Tripogon minimus</i>	5	non appetée
	Rubiacees	<i>Borreria scabra</i>	5	peu appetée
Sous-bois	Rubiacees	<i>Borreria scabra</i>	18	peu appetée
	Tiliacées	<i>Triumfetta pentandra</i>	8	non appetée
Zones ensoleillées	Poacées	<i>Tripogon minimus</i>	46	non appetée
	Fabacées	<i>Zornia glochidiata</i>	23	très recherchée en vert
	Poacées	<i>Loudetia togoensis</i>	18	non appetée

Il apparaît clairement à ce niveau, que les lisières contribuent plus avec 51 % de production de MS utilisable par les animaux, elles sont secondées par les zones ensoleillées (23%) et enfin viennent les sous-bois avec 18% de contribution convenable à l'élevage.

355 Répartition systématique de la phytomasse épigée herbacée :

En regroupant les herbacées dominantes et leur contribution en production de phytomasse, il est possible de proposer une répartition systématique de cette phytomasse sèche produite par faciès (**figure n°33**) par points de relevé (**figure n°34**), où les Fabacées et les Poacées disposent des plus forts pourcentages :

Faciès de brousses structurées

FAMILLES	% DE LA PHYTOMASSE
Poacées	62%
Fabacées	16%
Rubiacees	8%

Faciès de brousses persillées

FAMILLES	% DE LA PHYTOMASSE
Fabacées	40%
Poacées	16%
Rubiacees	15%
Tiliacées	9%

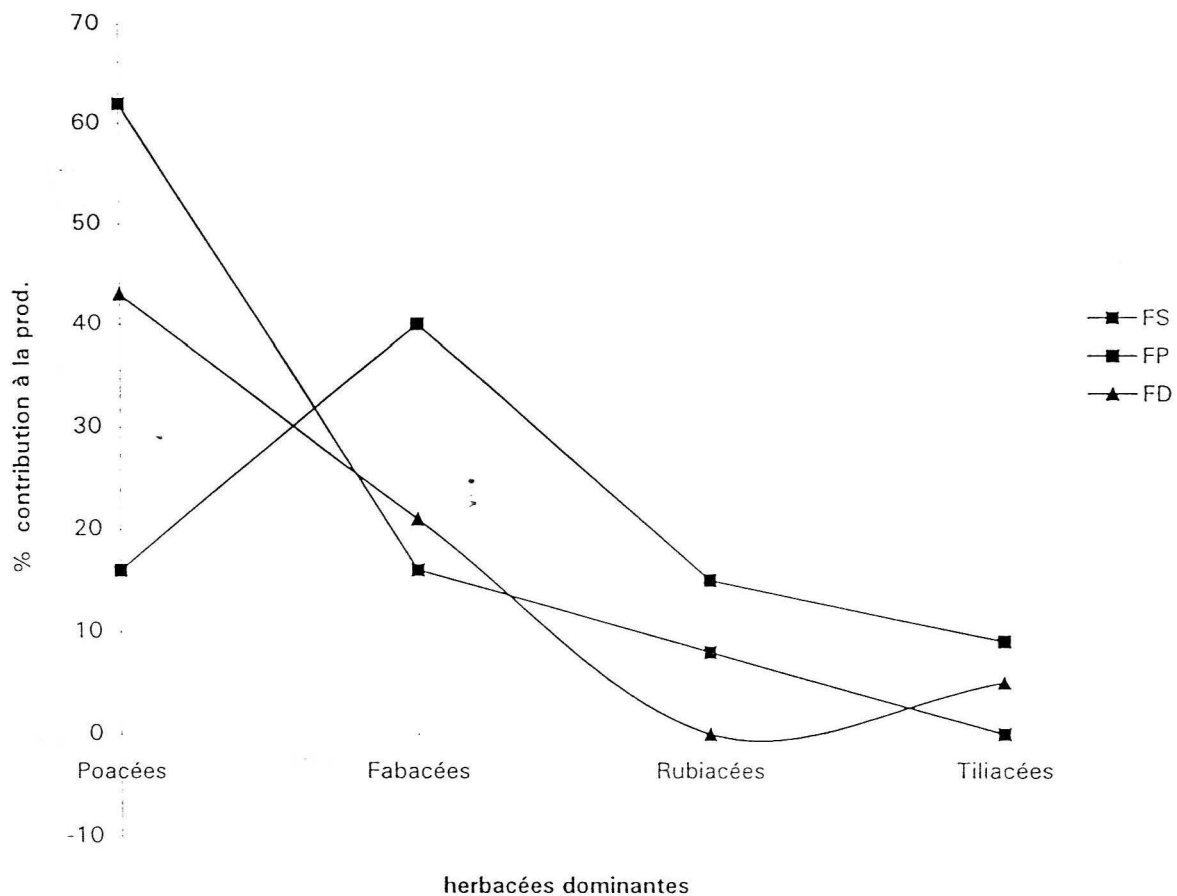


Figure n° 33 Repartition systématique de la phytomasse herbacée
selon les trois faciès de brousses contractées

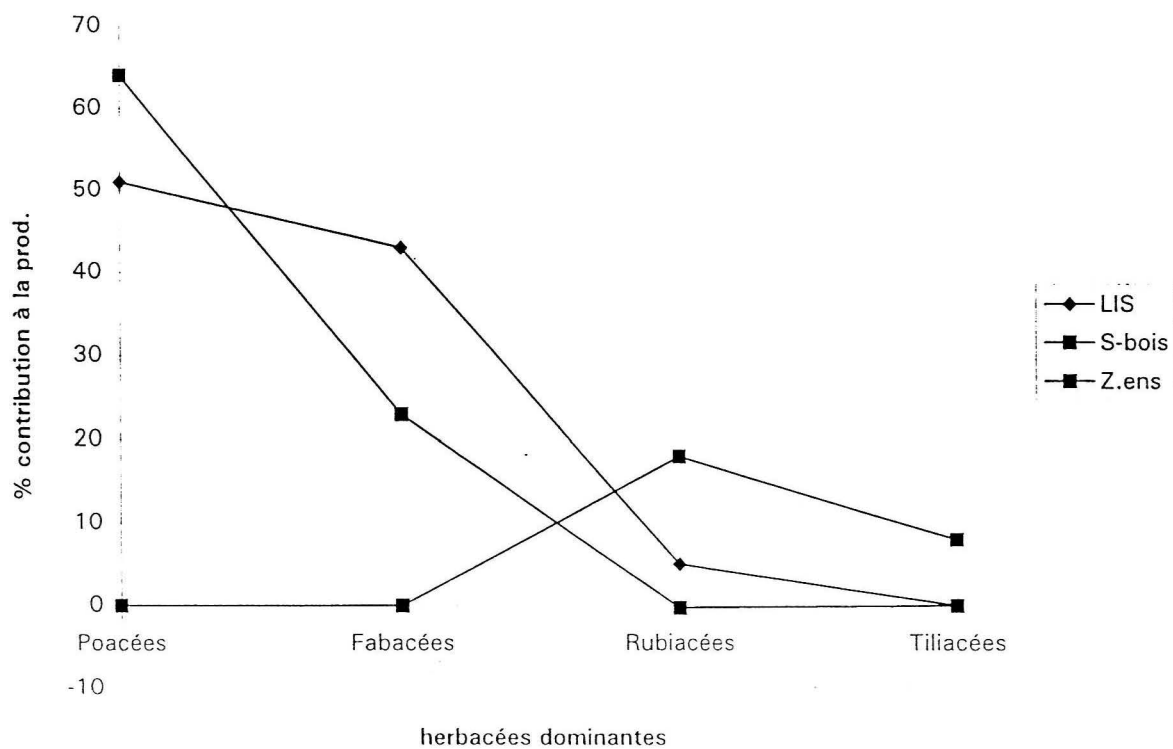


Figure n° 34 Repartition systématique de la phytomasse herbacée
selon les points de relevé

Faciès de brousses diffuses

FAMILLES	% DE LA PHYTOMASSE
Poacées	43%
Fabacées	21%
Tiliacées	5%

Zones des lisières

FAMILLES	% DE LA PHYTOMASSE
Poacées	51%
Fabacées	43%
Rubiacees	5%

Zones du sous-bois

FAMILLES	% DE LA PHYTOMASSE
Rubiacees	18%
Tiliacées	8%

Zones ensoleillées

FAMILLES	% DE LA PHYTOMASSE
Poacées	64%
Fabacées	23%

36 Distribution géographique de la flore des trois faciès

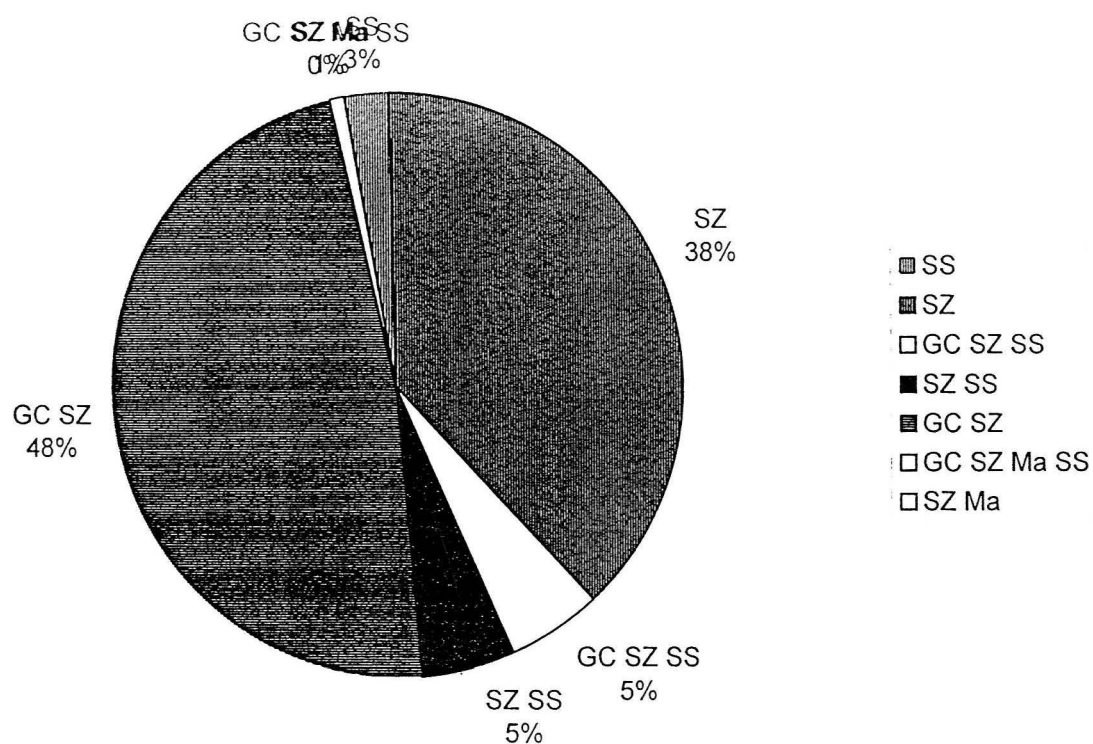
Élément d'information sur les caractères de la flore, la distribution géographique situe les constituants de la flore dans le contexte africain et mondial, ce qui constituera une genèse sur le milieu d'origine où cette flore a été identifiée. Les résultats sur la répartition africaine qui vont être exposés portent d'abord sur les trois faciès de brousses contractées (**Tableaux n° 15, 16, 17**) et tous les écosystèmes (**Tableau n°18**) de notre transect (où les ligneux et herbacées ont été pris en compte). Les spectres biogéographiques des lisières (**Tableau n°19**), sous-bois (**Tableau n°20**) et zones ensoleillées (**Tableau n°21**) sont exclusivement relatifs aux herbacées. Ceux relatifs à la répartition mondiale de la flore des trois faciès correspondent aux **Tableaux n° 22, 23 et 24** ; des écosystèmes (**Tableau n°25**) de notre transect (où les ligneux et herbacées ont été pris en compte). Les spectres biogéographiques mondiaux des lisières (**Tableau n°26**), des sous-bois (**Tableau n°27**) et des zones ensoleillées (**Tableau n°28**) ne concernent que les herbacées. Aussi, indiquons que ces résultats seront exposés sur des tableaux commentés dont les graphiques correspondants seront annexés.

**Tableau n°15 Repartition au niveau Africain des espèces
de la Brousse Tigrée**

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	3	44	6	6	55	0	1	115
%du total	2	39	5	5	48	0	1	100

On remarque une prédominance des espèces d'affinité Guineo-Congolaise-Soudano-zambézienne représentées par 55 taxa soit 48% et les Soudano-zambéziennes avec 39% pour 44 taxa. Les Guineo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes-Saharo-sindiennes et les Soudano-Zambéziennes-Saharo-sindiennes marquent une faible présence avec 5% et 6 taxa chacune.

**Répartition du nbre d'espèces en % selon les zones
biogéographiques**

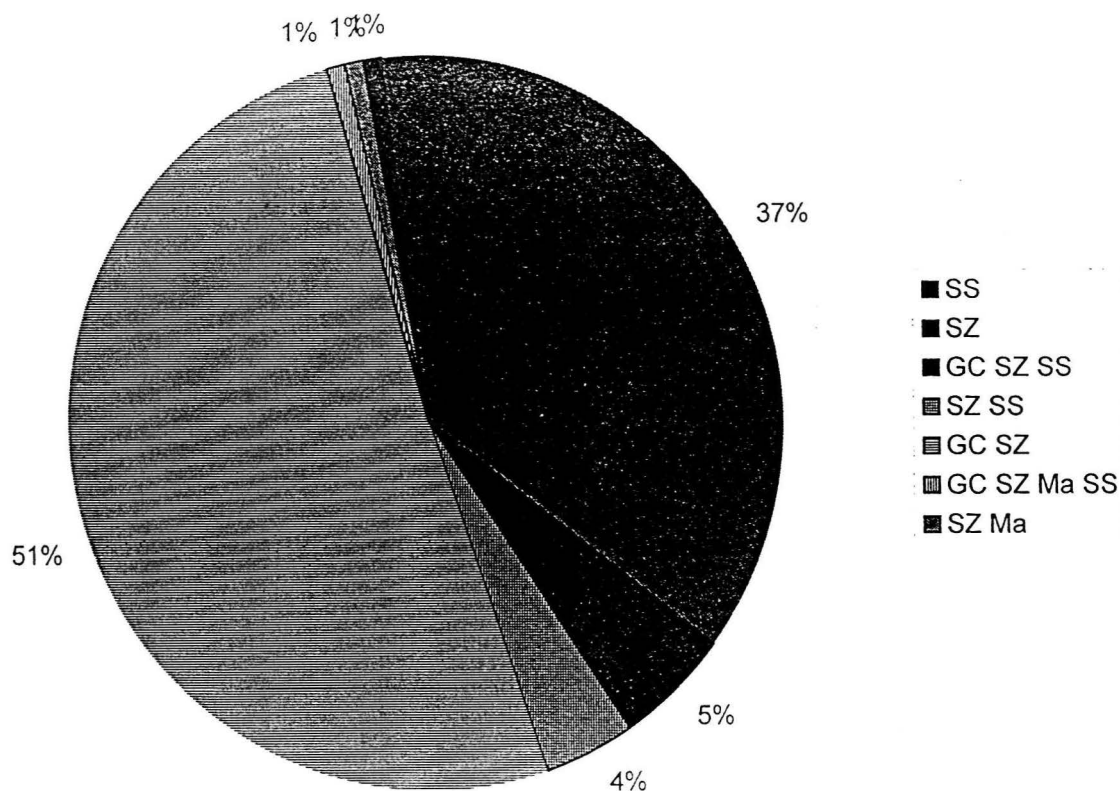


**Tableau n°16 Repartition au niveau Africain des espèces
de la Brousse Persillée**

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	1	44	6	5	60	1	1	118
%du total	1	37	5	4	51	1	1	100

Comme à l'échelle du faciès structuré, les espèces d'affinité Soudano-zambézienne marquent une certaine prédominance avec 44 taxa représentant 37%. Par contre ici, les Guineo-Congolaises-Soudano-Zambeziennes sont dominantes avec 60 taxa soit 51%. Les Guineo-Congolaises-Soudano-Zambeziennes-Saharo-sindiennes et Soudano-Zambeziennes-Saharo-sindiennes varient insensiblement avec 5 et 4% ce qui correspond à 6 et 5 taxa.

**Répartition du nbre d'espèces en % selon les zones
biogéographiques**

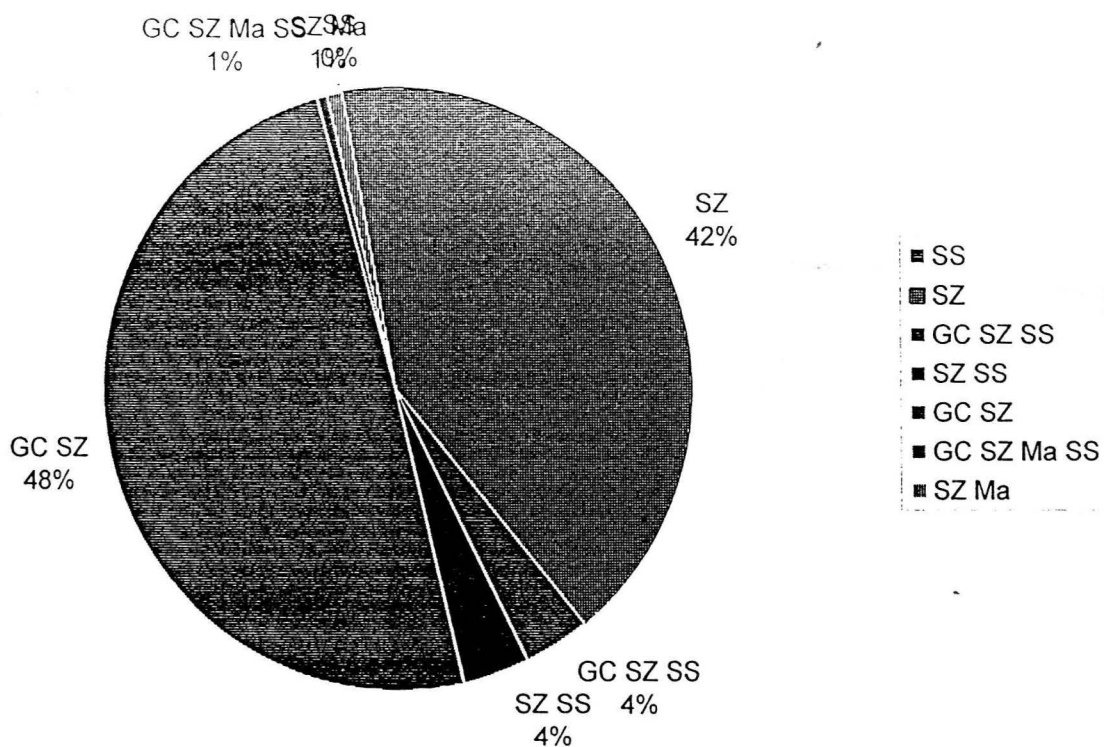


**Tableau n° 17 Repartition au niveau Africain des espèces
de la Brousse Diffuse**

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	0	57	5	5	67	1	1	136
%du total	0	42	4	4	49	0,7	0,7	100

Si les espèces d'affinité Saharo-sindienne se sont progressivement réduites du faciès structuré au faciès de brousses persillées, elles sont inexistantes sur ce faciès, ce qui représente une zone biogéographique différente des deux premières. A part ce détail, les espèces se répartissent avec sans variation sensible dans des zones d'affinité identique à celles faciès de brousses structurées et diffuses.

% des nbres d'espèces et repartition

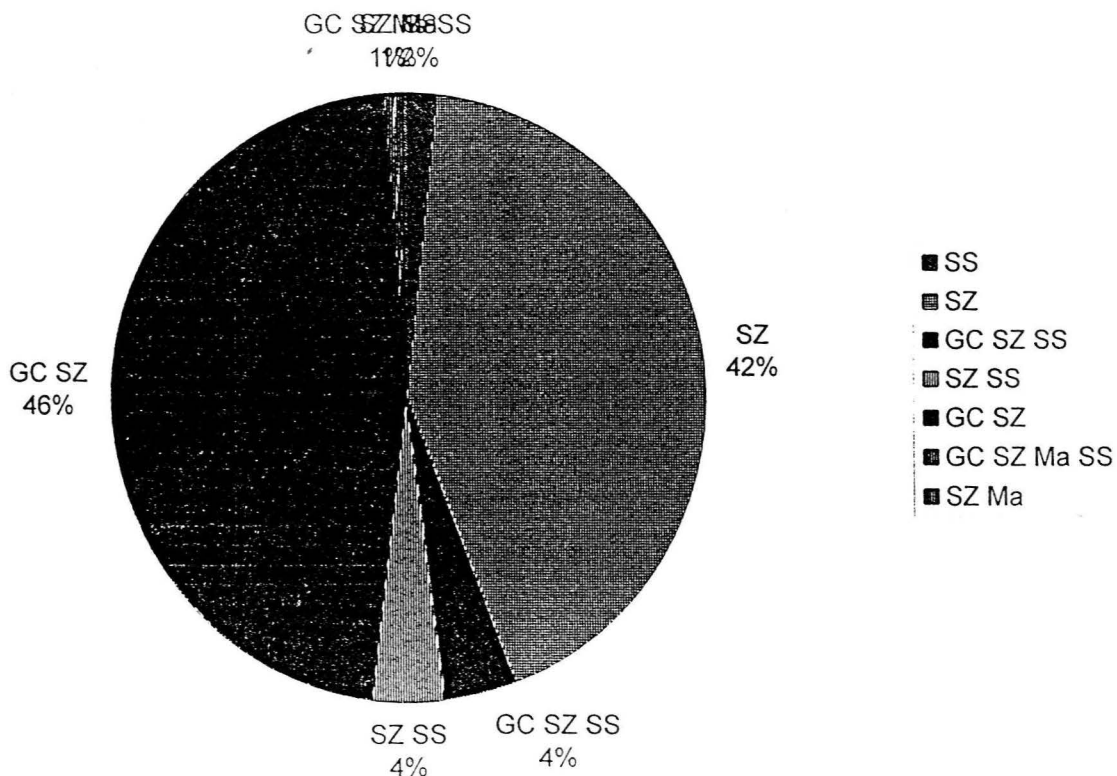


**Tableau n° 18 Repartition au niveau Africain de la flore
des Formations Forestières Contractées des
plateaux de l'ouest nigérien**

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	3	78	7	7	86	1	1	183
%du total	2	43	4	4	47	0,5	0,5	100

Tableau représentant la synthèse des trois premiers, il met en évidence la presque égale prédominance des espèces d'affinité Guineo-Congolaise-Soudano-Zambeziennne et Soudano-Zambeziennne avec respectivement 47% (86 taxa) et 43% (pour 78 taxa). Il révèle aussi une présence équivalente des espèces d'affinité Soudano-Zambeziennne-Saharo-Sindienne avec les Guineo-Congolaises-Soudano-Zambeziennes-Saharo-Sindiennes, avec 7 taxa pour chaque zone (soit 4%). Il note enfin 3 taxa de la zone biogéographique Saharo-Sindienne (2%). Il semble donc que la flore des brousses contractées des plateaux trouve sa source dans un vaste contexte allant du sahara jusqu'au nord de l'Afrique du sud.

**Répartition du nombre d'espèces en % selon les zones
biogéographiques**



**Tableau n°19 Répartition au niveau Africain des espèces
herbacées inféodées aux lisières**

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	1	11	2	2	22	0	0	38
%du total	3	29	5	5	58	0	0	100

La plus grande partie de la flore herbacée des lisières (58%, 22 taxa) se positionne sur le plan africain dans la zone biogéographique Guineo-Congolaise-Soudano-Zambezienne. une partie non moins importante (11 taxa, 29%) est d'une affinité chorologique Soudano-Zambezienne. Trois autres zones dont l'affinité chorologique est marquée des représentants de la zone Saharo-Sindienne se retrouvent après pour constituer environ 13% (5 taxa).

**Répartition du nombre d'espèces en % selon les zones
biogéographiques**

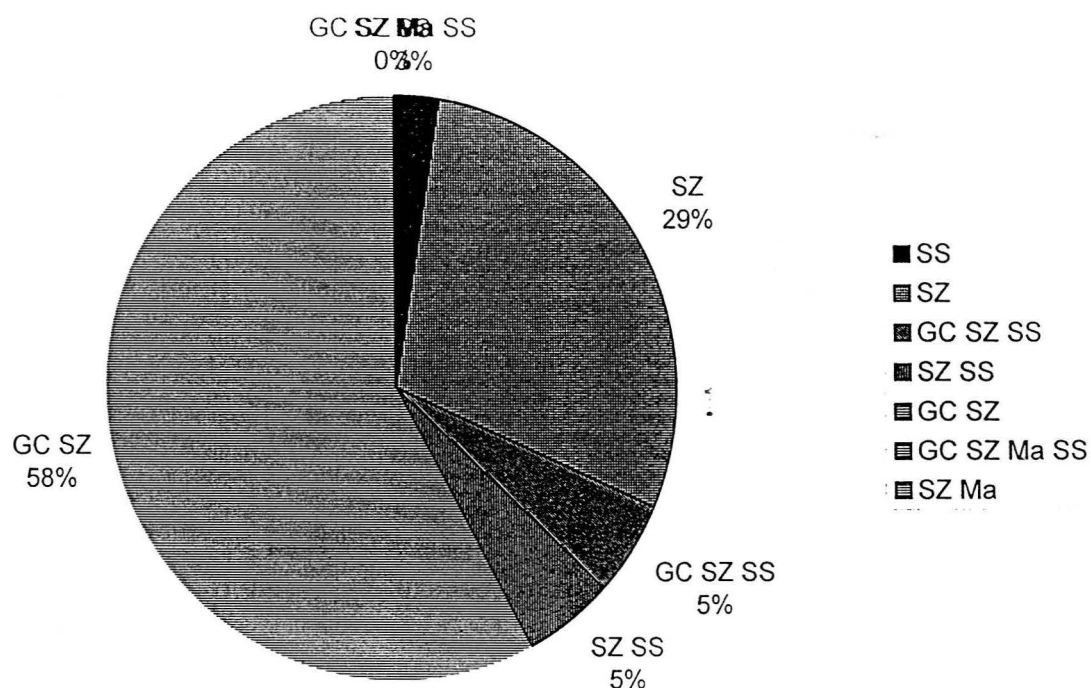


Tableau n°20 Repartition au niveau Africain des espèces herbacées des zones de sous-bois

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	4	10	2	1	25	0	1	43
%du total	9	23	5	2	58	0	2	100

Les espèces inféodées aux sous-bois sont d'une affinité chorologique africaine Guineo-Congolaise-Soudano-Zambeziennne à 58% (25 taxa sur les 43). Après viennent les représentants de la zone Soudano-Zambeziennne (23% pour 10 taxa). Les 3 représentants des affinités chorologiques qui incluent la zone Saharo-Sindienne totalisent 16% (7 taxa), d'où le cachet de cette zone sur la flore des lisières. Autre fait nouveau, cette flore comporte des spécimens de la zone Malgache.

Répartition du nombre d'espèces en % selon les zones biogéographiques

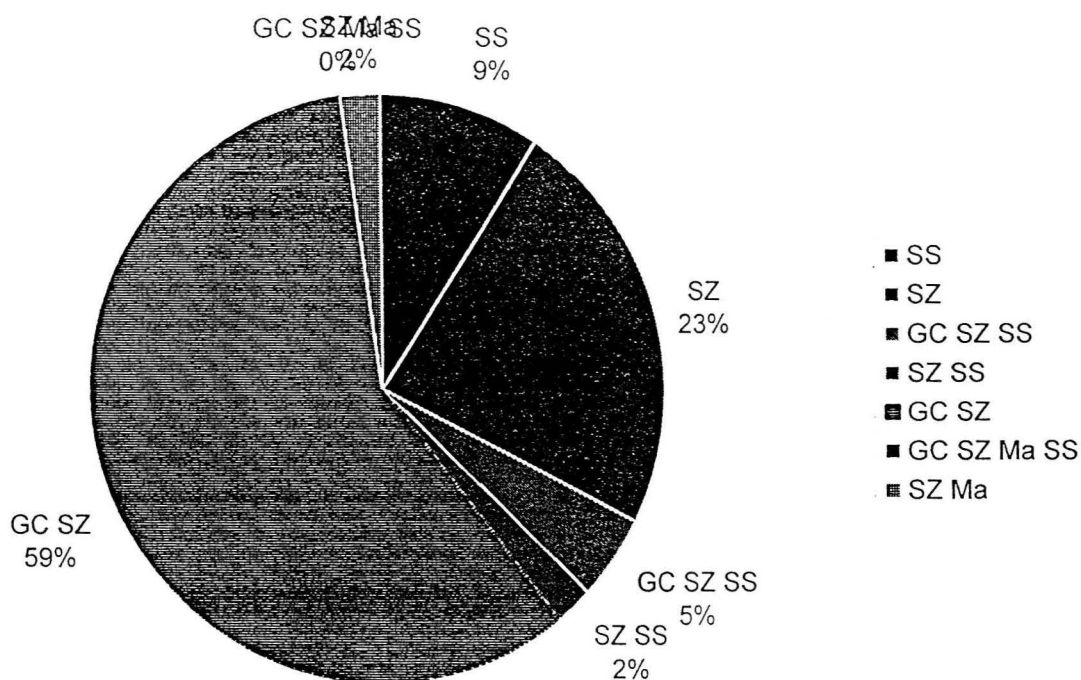


Tableau n° 21 Repartition au niveau Africain des espèces herbacées inféodées aux zones ensoleillées

	SS	SZ	GC SZ SS	SZ SS	GC SZ	GC SZ Ma SS	SZ Ma	Total
Nbre d'espèces	0	11	2	2	22	0	0	37
%du total	0	30	5	5	59	0	0	100

La flore des zones ensoleillées se place sur le plan africain, dans deux zones biogéographiques principales, les zones Guineo-Congolaise et Soudano-zambézienne avec 89% (33 taxa). Cette flore comporte aussi des espèces communes à la zone Saharo-Sindienne (10%).

Répartition du nombre d'espèces en % selon les zones biogéographiques

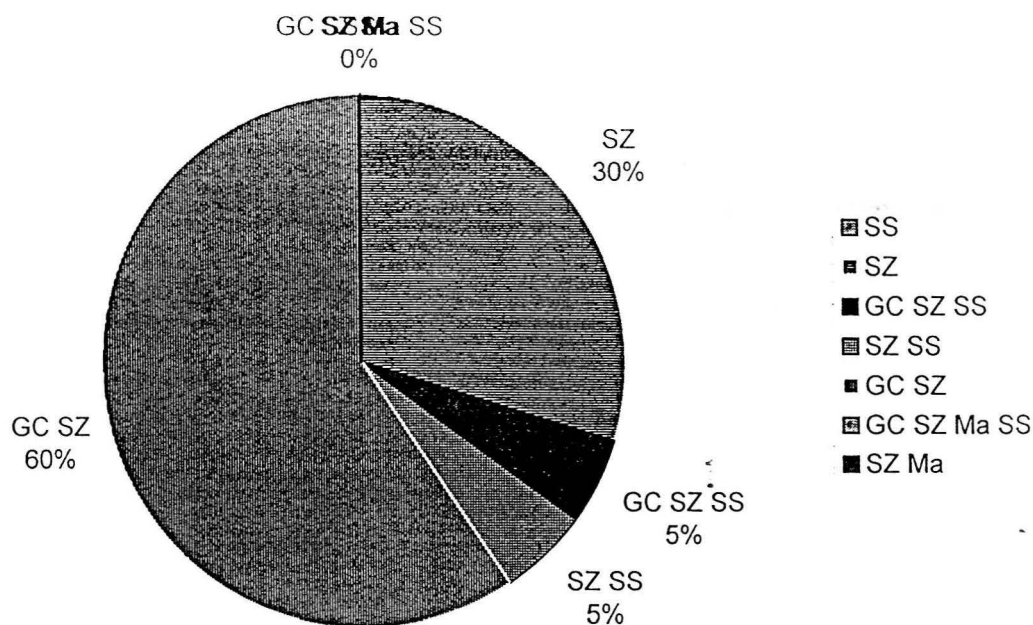


Tableau n°22 Repartition Mondiale des espèces de la Brousse Structurée

Groupe taxinomique	Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Acanthacées	2						2
	Amaranthacées	1			1	1	1	4
	Anacardiacees	2						2
	Asclepiadacées	1						1
	Asteracées	1						1
	Burseracées	1						1
	Caesalpiniciacées	4				2		6
	Capparidacées	3					1	4
	Caryophyllacées	2						2
	Combretacées	4						4
	Convolvulacées	4	1				2	7
	Cucurbitacées					1	2	3
	Euphorbiacées	2	1					3
	Fabacées	8				2	2	12
	Lamiacées	1						1
	Malvacées	1					3	4
	Mimosacées	4						4
	Molluginacées					1		1
	Pedaliacées	1						1
	Portulacacées	1						1
	Rhamnacees	1						1
	Rubiacees	5						5
	Sapindacées						1	1
	Sterculiacées						1	1
	Tiliacées	1				1		2
	Zygophyllacées	1				1		2
	Monoco-tylédones	Alliacées	1			1		2
		Commelinacées	1	2			1	4
		Cyperacées	2			1	2	5
		Graminées	12	1	2	1	8	25
Bryophytes	Bryacées	2						2
	Marchantiacées				1			1
Total		69	5	2	3	19	17	115
% du total		60	4	2	3	16	15	100

Par rapport à la repartition mondiale, la flore de la brousse structurée est caractérisée par un spectre biogéographique qui indique une dominance nette des taxa africains (69 sur 115) soit 60%. Ensuite viennent les espèces du taxon paléotropical cummun à l'Afrique, avec 16% des espèces et les taxa pantropicaux qui ont 15% des effectifs.

% des zones représentées

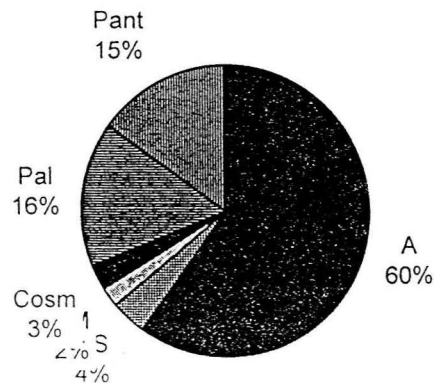


Tableau n°23 Repartition Mondiale des espèces de la Brousse Persillée

Groupe taxinomique	Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Dicoty- lédones	Acanthacées	2					2
		Amaranthacées	1		1	1	1	4
		Anacardiacées	2					2
		Apocynacées	1					1
		Asclepiadacées	4			1		5
		Asteracées	1	1				2
		Bombacacées	1					1
		Burseracées	1					1
		Caesalpiniacées	4		1			5
		Capparidacées	4				1	5
		Caryophyllacées	2					2
		Combretacées	4					4
		Convolvulacées	4	1			1	6
		Cucurbitacées					1	1
		Ebenacées	1					1
		Euphorbiacées	1	1				2
		Fabacées	5			2	2	9
		Irvineracées	1					1
		Lamiacées	2					2
		Malvacées	1				3	4
		Mimosacées	4					4
		Molluginacées				1		1
		Olacacées					1	1
		Portulacacées	1					1
		Rhamnacées	1					1
		Rubiacees	4					4
		Sapindacées					1	1
		Sterculiacées					1	1
		Tiliacées	1			1		2
		Vitacées	1			1		2
		Zygophyllacées	1			1		2
Bryophytes	Monoco- tylédones	Alliacées	2			1		3
		Aracées	1					1
		Commelinacées	1	2			1	4
		Cyperacées	1			1	2	4
		Graminées	11		2	1	7	23
		Bryacées	2					2
		Marchantiacées				1		1
Total		73	4	4	3	17	17	118
% du total		62	3	3	3	14	14	100

La repartition mondiale de la flore de la brousse persillée est encore caractérisée par un spectre biogéographique marqué par une dominance nette des taxa africains (73 sur 118) soit 62%. Ensuite viennent les espèces des taxa paléotropical cummun à l'Afrique et pantropical qui disposent respectivement de 14% des effectifs. Soit une répartition mondiale sensiblement identique à celle du faciès de Brousses structurées.

% des zones représentées

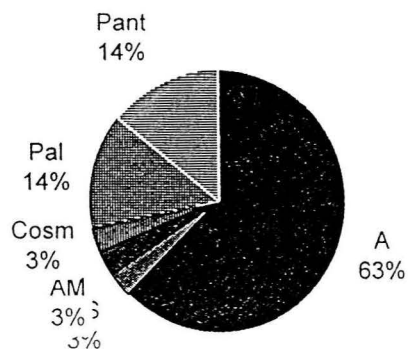


Tableau n°24 Repartition Mondiale des espèces de la Brousse Diffuse

Groupe taxinomique		Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Dicoty-lédones	Acanthacées	3						3
		Amaranthacées	1			1		1	3
		Anacardiacees	2						2
		Apocynacées	1						1
		Asclepiadacées	5						5
		Asteracées	1					1	2
		Bombacacées	2						2
		Burseracées	1						1
		Caesalpinacées	6					1	7
		Capparidacées	4						4
		Caryophyllacées	1						1
		Combretacées	8						8
		Convolvulacées	4	1				1	6
		Cucurbitacées						1	1
		Euphorbiacées	2	1					3
		Fabacées	6				1		7
		Lamiacées	3					1	4
		Malvacées	2					1	3
		Mimosacées	9						9
		Molluginacées					1		1
		Moracées	1						1
		Nyctaginacées						1	1
		Olacacées						1	1
		Pedaliacées	1						1
		Rhamnacees	1						1
		Rubiacees	7						7
		Sapotacées	1						1
		Scrophulariacées	1						1
		Solanacées						1	1
		Sterculiacées						1	1
		Tiliacées	2				2		4
		Verbenacées	1						1
		Vitacées	1				1		2
		Zygophyllacees	1						1
	Monoco-tylédones	Agavacées	1						1
		Alliacées	2				1		3
		Amaryllidacées	1						1
		Aracées	2						2
		Commelinacées	2	2					4
		Cyperacées	3				1	1	5
		Graminées	9		2	1	5	2	19
		Iridacées	1						1
Bryophytes		Bryacées	2						2
		Marchantiacées				1			1
Total			101	4	2	3	12	14	136
% du total			74	3	1	2	9	10	100

Ce spectre biogéographique indique une dominance nette des espèces des taxa africains 74% (soit 101 espèces sur 136). Deux autres taxa marquent leur présence : pantropicaux 10% et paléotropicaux communs à l'Afrique 9%. Les taxa africains et asiatiques apparaissent très faiblement 3%.

% des zones représentées

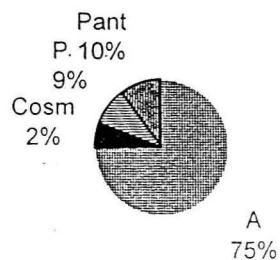


Tableau n°25 Repartition Mondiale de la flore des écosystèmes contractés des plateaux

Groupe taxinomique	Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Dicotylédones	Acanthacées	3					3
		Amaranthacées	1		1	1	1	4
		Anacardiacees	2					2
		Apocynacées	1					1
		Asclepiadacées	6			1		7
		Asteracées	2		1		1	4
		Bombacacées	2					2
		Burseracées	1					1
		Caesalpiniciacées	6			2		8
		Capparidacées	5				2	7
		Caryophyllacées	2					2
		Combretacées	8					8
		Convolvulacées	4	1			2	7
		Cucurbitacées				1	2	3
		Ebenacées	1					1
		Euphorbiacées	3	1				4
		Fabacées	10			4	3	17
		Irvineracées	1					1
		Lamiacées	3				1	4
		Malvacées	2				3	5
		Mimosacées	9					9
		Molluginacées				1		1
		Moracées	1					1
		Nyctaginacées					1	1
		Olacacées					1	1
		Pedaliacées	2					2
		Portulacacées	1					1
		Rhamnacées	1					1
		Rubiacees	8					8
		Sapotacées	1					1
		Sapindacées					1	1
		Scrophulariacées	1					1
		Solanacées					1	1
		Sterculiacées					1	1
		Tiliacées	2			2		4
		Verbenacées	1					1
		Vitacées	1			1		2
		Zygophyllacees	1			1		2
	Monocotylédones	Agavacées	1					1
		Alliacées	3			1		4
		Amaryllidacées	1					1
		Aracées	2					2
		Commelinacées	2	2			1	5
		Cyperacées	3			1	3	7
		Graminées	15	1	2	1	8	29
		Iridacées	1					1
Bryophytes	Bryacées	2						2
	Marchantiacées				1			1
Total		122	5	3	3	24	26	183
% du total		67	3	1,5	1,5	13	14	100

La repartition synthétique de la flore des systèmes étudiés, au niveau biogéographie mondiale, présente une nette dominance des taxa africains 67%, ils sont suivis respectivement par les taxa pantropicaux 14% et paléotropicaux communs à l'Afrique 13%. Enfin, une légère présence des taxa africains et asiatiques 3% se fait remarquer.

% des zones représentées

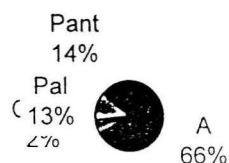


Tableau n° 26 Repartition Mondiale des espèces infeodées aux Lisières

Groupe taxinomique		Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Dicoty- lédones	Acanthacées	2						2
		Amaranthacées	1					1	2
		Caesalpiniacées					1		1
		Convolvulacées	2					1	3
		Fabacées	3					1	4
		Lamiacées	1						1
		Malvacées						1	1
		Molluginacées					1		1
		Portulacaées	1						1
		Rubiacées	2						2
		Tiliacées	1						1
	Monoco- tylédones	Commelinacées	1						1
		Cyperacées	1						1
Graminées		6		2		5	1	14	
Bryophytes		Bryacées	2					2	
		Marchantiacées				1		1	
Total			23	0	2	1	7	5	38
% du total			60,5	0	5	3	18,5	13	100

Au niveau des lisières la flore se repartit dans les zones biogéographiques mondiales suivantes : taxa africains dominent avec 60.5%, ils sont secondés par les taxa paléotropicaux communs à l'Afrique 18.5% et pantropicaux 13%. Les taxa africains et asiatiques sont très faiblement représentés avec 5%.

% des zones représentées

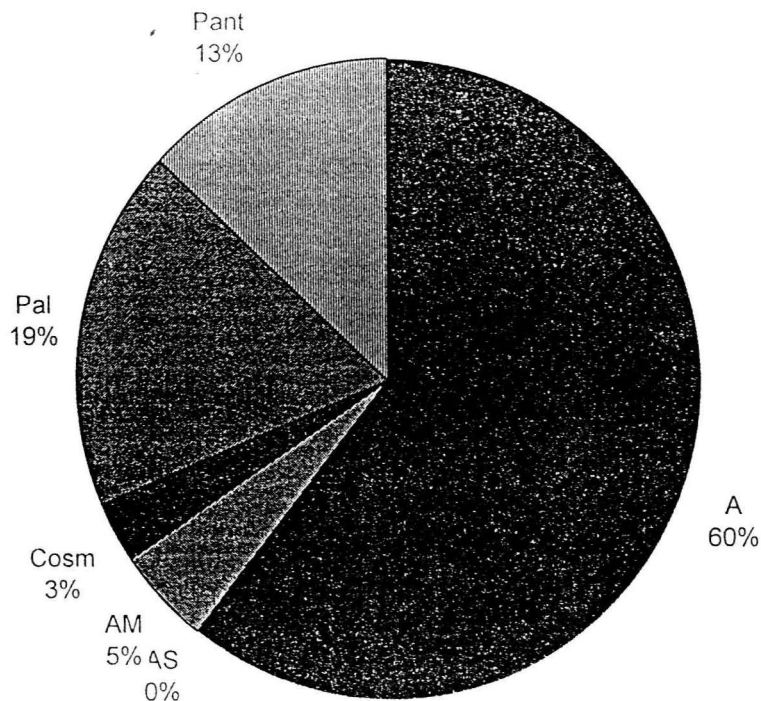


Tableau n° 27 Repartition Mondiale des espèces infeodées aux Sous- bois

Groupe taxinomique		Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Dicoty- lédones	Acanthacées	2						2
		Amaranthacées	1					1	2
		Caesalpiniacées	1				2		3
		Convolvulacées	4	1				1	6
		Cucurbitacées						1	1
		Fabacées	3					1	4
		Lamiacées	1						1
		Malvacées						1	1
		Portulacaées	1						1
		Rubiacees	2						2
		Tiliacées	1						1
	Monoco- tylédones	Commelinacées	2	1				3	
Graminées		5		1		6	1	13	
Bryophytes		Bryacées	2					2	
		Marchantiacées				1			1
Total			25	2	1	1	8	6	43
% du total			58	5	2	2	19	14	100

Une dominance des taxa africains se fait sentir avec 58%. Ensuite cette flore des sous-bois recrute dans les taxa paléotropicaux communs à l'Afrique 19% et pantropicaux 14%. Enfin viennent en nombre réduit les taxa africains et asiatiques avec 5%.

% des zones représentées

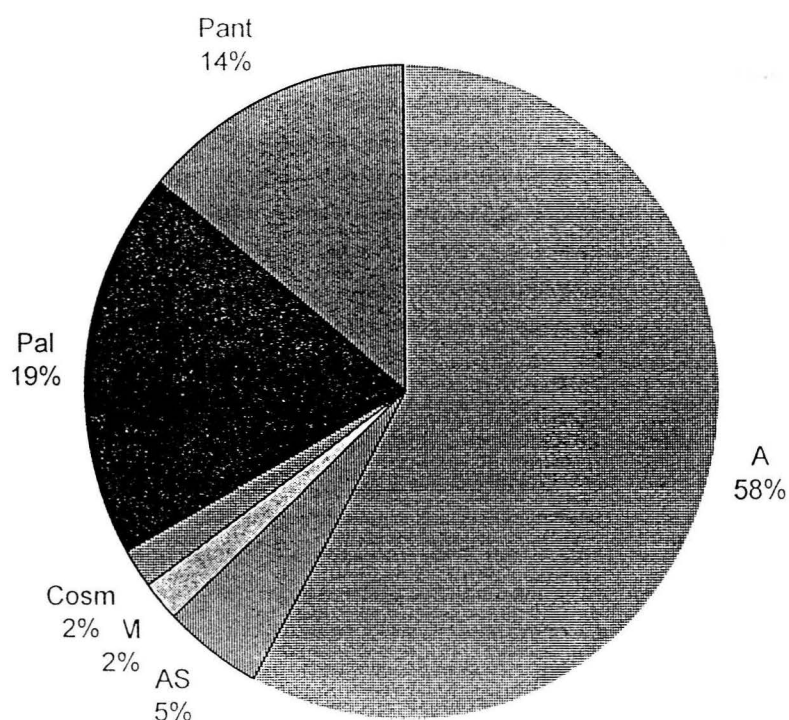
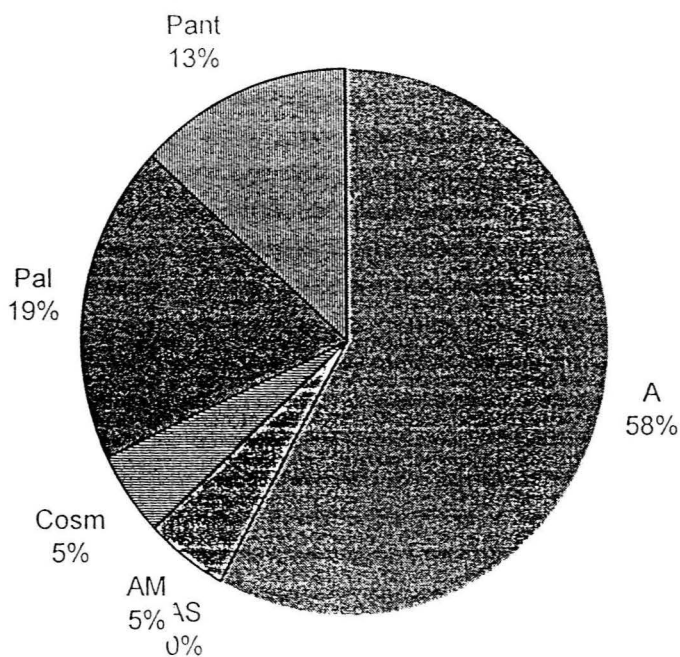


Tableau n°28 Répartition mondiale des herbacées infeodées
aux zones ensoleillées.

Groupe taxinomique		Familles	A	AS	AM	Cosm	Pal	Pant	Total
Angiospermes	Dicoty- lédones	Amaranthacées				1		1	2
		Asteracées	1						1
		Caesalpiniacées	1						1
		Convolvulacées	1					1	2
		Cucurbitacées						1	1
		Fabacées	2						2
		Molluginacées					1		1
		Rubiacées	2						2
		Tiliacées	1						1
	Monoco- tylédones	Alliacées	1						1
		Commelinacées	1						1
		Cyperacées	1						1
		Graminées	8		2		6	2	18
Bryophytes		Bryacées	2						2
		Marchantiacées				1			1
Total			21	0	2	2	7	5	37
% du total			58	0	5	5	19	13	100

Au niveau des zones ensoleillées la repartition mondiale de la flore dans les zones biogéographiques mondiales est sensiblement identique à celle des lisières et sous-bois. Les trois taxa suivants se partagent 90% des effectifs : africains dominants avec 58%, ils sont suivis par les taxa paléotropicaux 19% et enfin les pantropicaux avec 13% . Les 10% restants se classent dans les taxa africains-américains et cosmopolites avec chacun 5%.

% des zones représentées



4 -ANALYSE SYNCHRONIQUE DES RESULTATS ET DISCUSSION

41 Caractéristiques du cadre physique

+ Latitude couverte par les 3 faciès de brousses contractées de plateaux latéritiques

- Faciès de brousses tigrées structurées du 15 au 14° de latitude N, avec une zone d'extension allant jusqu'au 13° N.
- Faciès de brousses tigrées persillées du 14 au 13° de latitude N, mais dont la localisation précise va du 13°70' au 12°90'.
- Faciès de brousses diffuses du 13° au 12° N, avec une zone d'extension au nord allant jusqu'au 13°10'.

L'échelle typologique obtenue (figure 9), représentant les trois groupes de faciès, met en évidence des zones de transition importante entre les faciès de brousses structurées et persillées, et relativement faibles entre les brousses persillées et diffuses. Ceci traduit la question de filiation entre ces structures respectives. A ce niveau, les coefficients de variation des effectifs/ ha et par unité de structure expliquent pourquoi il peut être possible de rencontrer sur un même plateau (pente générale unique) les structures ayant une filiation commune. L'échelle typologique par la dimension biologique semble donc trancher sur la question de savoir s'il n'est pas possible de rencontrer sur un même plateau des faciès de brousses diffuses et de brousses structurées à bandes larges. Cette même constatation s'est dégagée des travaux DELBAERE (1994), sur la base des mesures de pente. Il y a nécessité de chercher à mieux comprendre et interpréter les filiations des structures de brousses contractées à l'avenir.

+ Les unités morphopédologiques des stations

- Faciès de brousses tigrées structurées se situent principalement sur les plateaux supérieurs et à des altitudes comprises entre 250 à 500 m,
- Faciès de brousses persillées qui apparemment préfèrent les plateaux moyens, les buttes et plateaux démantelés pour des altitudes allant de 200 à 400 m,
- Faciès de brousses diffuses localisés surtout sur les plateaux sableux, les surfaces d'érosion inférieure, dont les altitudes vont de 200 à 300 m.

Il semble se dégager globalement une toposéquence qui place graduellement les unités morphopédologiques du faciès structuré au faciès de brousses diffuses.

+ Substrat local des stations accueillant les faciès étudiés

Tableau n°29 Comparaison du substrat local des faciès

Faciès de brousses structurées	Faciès de brousses persillées	Faciès de brousses diffuses
Sédiments du continental terminal sur les plateaux, et sables quaternaires au fond des vallées sèches.	Sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques et sables constituant les dunes fixées.	Sédiments du continental terminal sur les plateaux latéritiques et affleurement du socle sur certaines parties du plateaux et dans les zones basses

Il est mis en évidence que les plateaux latéritiques de la partie occidentale du Niger, qui constituent les stations d'étude, reposent globalement sur un même substrat local (matériel originel identique) provenant des sédiments du continental terminal. Seulement les bas plateaux situés au sud de notre transect qui supportent les brousses diffuses, vivent en plus sur des zones dont l'affleurement du socle est à peine couvert. Ce constat singulier, constitue une controverse à l'hypothèse déjà fort ancienne qui admettait que la structure de ces formations ne doit rien au substrat. Nos résultats concordent avec une nouvelle hypothèse qui voudrait que le substrat pédologique et géologique ait une certaine incidence sur la végétation contractée. Les dimensions biologiques et structurales de ces faciès le démontrent.

+ Altitudes des stations écologiques

Tableau n°30 Comparaison des altitudes des stations écologiques

Faciès de brousses structurées	Faciès de brousses persillées	Faciès de brousses diffuses
286 à 262 mètres	251 à 237 mètres	257 à 216 mètres

Les variations graduelles constatées sur l'altitude des unités morphopédologiques, se retrouvent de façon identique pour les mesures faites sur ces plateaux, avec une mise en évidence du démantèlement des plateaux accueillant les brousses persillées, cause pour laquelle les limites d'altitudes paraissent légèrement controversées. Aussi, l'altitude des plateaux accueillant les écosystèmes contractés diffus, qui semble plus basse, peut se relier à la nouvelle hypothèse sur la différence de substrat pour les faciès diffus, par rapport aux deux autres.

42 Facteurs écologiques du milieu :

Nous avons considéré les principaux facteurs et paramètres écologiques qui paraissent avoir une incidence sur la flore et la végétation étudiées :

+ Données climatiques générales et durée de la saison sèche sur les trente dernières années

- **Faciès de brousses tigrées structurées** : se situent essentiellement dans le climat nord sahélien, dont les caractéristiques sont :

- + indice pluviométrique : $200 < IP < 400$ mm
- + humidité relative : $15,5\%$ (Février Mars) $< HR < 68,5\%$ (Août)
- + température : $23^{\circ}37$ en Juin $< T^{\circ} < 33^{\circ}82$ en Mai
- + amplitude thermique : $10^{\circ}55$
- + durée saison sèche : 9 mois

- **Faciès de brousses persillées** : sont localisés dans le climat sud sahélien, avec les caractéristiques suivantes :

- + indice pluviométrique : $400 < IP < 600$ mm
- + humidité relative : 20% (Février) $< HR < 73,5\%$ (Août)
- + température : $24^{\circ}35$ en Janvier $< T^{\circ} < 33^{\circ}64$ en Avril
- + amplitude thermique : $9^{\circ}29$
- + durée saison sèche : 7 mois 15 jours

- **Faciès de brousses diffuses** : sont situés surtout dans le climat nord soudanien, dont les déterminants sont :

- + indice pluviométrique : > 600 mm
- + humidité relative : 28% (Février) $< HR < 80,5\%$ (Août)
- + température : $25^{\circ}84$ en Janvier $< T^{\circ} < 33^{\circ}57$ en Avril
- + amplitude thermique : $7^{\circ}73$
- + durée saison sèche : 6 mois 15 jours

Il se dégage un net gradient pluviométrique et d'amplitude thermique qui caractérise les positions des faciès du nord vers le sud. Parallèlement, la durée de la saison sèche varie dans le même sens. Cette situation peut nous conduire vers une logique qui explique la variation de la physionomie de la végétation et de la composition de la flore.

+ Pluviométrie moyenne effective des principales stations météorologiques

Sur les trente dernières années les principales stations météorologiques suivantes ont enregistré en moyenne :

Tableau n°31 Pluviométrie moyenne effective de certains postes de relevés du transect

du 15° au 14° N	du 14° au 13° N	du 13° au 12° N
Faciès de Brousses structurées	Faciès de Brousses persillées	Faciès de Brousses diffuses
Filingué : 335,5 mm	Tillabéri : 476 mm	Say : 554,5 mm
Ouallam : 369 mm	Kollo : 537,4 mm	Torodi : 552,2 mm
	Niamey : 599 mm	Dosso : 618 mm
		Gaya : 829 mm

D'une manière générale la baisse de la pluviométrie des zones Nord vers les zones Sud de notre transect est assez caractéristique, ce qui confirme le gradient pluviométrique.

+ Paramètres liés au facteur pente

La pente étant un facteur déterminant des structures de brousses contractées, nous avons réuni tous facteurs qui y gravitent pour renforcer notre analyse :

- Faciès de brousses structurées

pente générale moyenne des stations = pentes très régulières variant de 0,9 à 0,26% avec un écart type de 0,13%

largeur moyenne des impluviums = 59 à 30 mètres soit une surface de ruissellement de 56% de la surface de la zone nue

rapport bande nue/bande boisée = variant de 2,5 à 1,1

- Faciès de brousses persillées

pente générale moyenne des stations = pentes très irrégulières se situant autour de 0,43% pour un écart type de 0,24%

largeur moyenne des impluviums = 24 mètres soit une surface de ruissellement de 66% de la surface de la zone nue

rapport bande nue/bande boisée = autour de 1

- Faciès de brousses diffuses

pente générale moyenne des stations = pentes +/- nulles de 0,07% avec un écart type de 0,04%

largeur moyenne des impluviums = 18 mètres soit une surface de ruissellement de 54,6% de la zone nue

rapport bande nue/bande boisée = variant de 0,7 à 0,4

A travers l'analyse des paramètres liés à la pente, se dégage clairement une corrélation assez étroite entre la pente (qui conditionne l'impluvium et son efficacité) et une structure donnée de brousses contractées. Le rapport de la largeur de la bande nue sur la bande boisée, qui baisse graduellement traduit les effets de la concentration des flux hydriques à des niveaux de production bien déterminés, d'où il faut s'attendre à une production globale qui diminue du faciès de brousses structurées au faciès de brousses diffuses. Cependant, on peut noter que le démantèlement des plateaux qui accueillent les structures persillées, amène des perturbations sensibles de la pente d'où une surface de ruissellement moyenne qui peut apparaître aberrante.

Dans le cas où l'influence de cette surface de ruissellement se fait sentir fortement, la production du système persillé peut égaler celle du système structuré.

43. Variables biotiques caractérisant la physionomie de la végétation

+ Index de reconnaissance des structures sur les photos aériennes.

Selon AMBOUTA (1984), vues sur images aériennes, les trois principales montrent les caractéristiques suivantes :

Faciès de brousses structurées : fonds clairs à bandes relativement courtes et discontinues, sans géométrie particulière. Alternance des contrastes entre les bandes claires et foncées qui sont parallèles (bien établies autour du 14^{ème} parallèle). Longueur variable \geq à 2 km.

Faciès de brousses persillées : faible contraste entre les bandes claires et foncées, zébrures foncées assez régulières ou formes géométriques en rosaces. Les formes linéaires sont possibles.

Faciès de brousses diffuses : formations arbustives présentant des plages claires et ovales ou circulaires.

+ Indications pour une reconnaissance sur le terrain

Faciès de brousses structurées : s'identifie en parcourant un layon perpendiculaire aux unités structurales, pour procéder à un comptage des effectifs ligneux. Si on observe et confirme un étalement régulier successif des bandes boisées et nues sur des transversales, la structure est linéaire.

Faciès de brousses persillées : s'identifie en parcourant un layon perpendiculaire aux unités structurales, en faisant les comptages sur les transversales à une cadence uniforme. Dans ce cas, on observe et confirme un étalement suffisant de bandes nues et boisées mais entrecoupées respectivement de taches boisées et nues

Faciès de brousses diffuses : par le même mode de parcours que les cas précédents, le cheminement des transversales accède régulièrement sur des taches de végétation et des espaces nus de formes géométriques générales circulaires ou ovales.

Si la reconnaissance de ces faciès est une chose évidente sur les photos aériennes, elle devient plus compliquée sur le terrain ; nous estimons que cette méthodologie simple permettra d'y aboutir sur le terrain. De toutes façons, cette identification au sol ne peut s'opérer que par l'expérience qui combine les deux formes de reconnaissance.

+ Recouvrement ligneux moyen et densité de la végétation

Faciès de brousses structurées

Les unités typologiques mesurées ont un **recouvrement ligneux moyen de 40,5% +/- 3,5%, pour les densités suivantes : 4.977 tiges ligneuses exploitables/ ha de plateau et 15.465 pieds d'herbacées /ha de plateau.**

Faciès de brousses persillées

Les unités typologiques mesurées ont un **recouvrement ligneux moyen de 46,5% +/- 5,5%, pour les densités suivantes : 4.797 tiges ligneuses exploitables/ ha de plateau et 26.137 pieds d'herbacées /ha de plateau.**

Faciès de brousses diffuses

Les unités typologiques mesurées ont un **recouvrement ligneux moyen de 70% +/- 70%, pour les densités suivantes : 2.673 tiges ligneuses exploitables/ ha de plateau et 34.685 pieds d'herbacées /ha de plateau.**

Si la régression des recouvrements ligneux moyens et des densités herbacées est très sensible du système structuré au système diffus, la densité des ligneux quant-à elle est inversement proportionnelle à ces deux premiers facteurs. Cette situation pourrait être un des éléments justificatifs de la production de bois-énergie qui décroît sensiblement et paradoxalement du système structuré à faible recouvrement au système diffus à fort recouvrement ligneux. C'est pourquoi, nous disons que le recouvrement ligneux n'est pas à lui seul un facteur corrélé à la production ligneuse dans l'étude de la végétation contractée des plateaux latéritiques de l'ouest nigérien.

+ Références des faciès dans la subdivision phytogéographique du Niger et espèces caractéristiques des groupements végétaux

Faciès de brousses structurées : ce type de faciès s'intègre dans le **compartiment Nord -sahélien occidental** avec comme espèces ligneuses dominantes : *Combretum micranthum* 78%, *Guiera senegalensis* 9,1%, *Combretum nigricans* 6,1% et des acacias divers qui ont un effectif de 5,1%. Pour les espèces herbacées, dominant par ordre décroissant : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata*, *Borreria scabra* et *Panicum laetum*.

Faciès de brousses persillées : ce faciès s'intègre dans le **compartiment Sud -sahélien occidental** avec comme espèces ligneux dominants : *Combretum micranthum* 81%, *Guiera senegalensis* 13,5%, *Combretum nigricans* 2,3% et des espèces du genre *Acacia* qui ont un effectif de 2%. Les espèces herbacées qui dominant par ordre décroissant sont : *Zornia glochidiata*, *Tripogon minimus*, *Borreria scabra* et *Triumfetta pentandra*.

Faciès de brousses diffuses : il s'intègre dans le **compartiment Nord -soudanien occidental** avec comme espèces ligneuses dominantes : *Combretum micranthum* 69%, *Guiera senegalensis* 20%, *Combretum nigricans* 6,8% et des espèces du genre *Acacia* qui ont un effectif de 3,2%. Les herbacées suivantes dominant dans ordre décroissant: *Tripogon minimus*, *Zornia glochidiata*, *Loudetia togoensis* et *Triumfetta pentandra*.

Il apparaît clairement que les groupements végétaux des écosystèmes contractés des plateaux sont principalement dominés par des espèces de la famille des Combretacées pour les ligneux. La strate herbacée est couverte par quatre familles principales suivantes : Poacées, Fabacées, Rubiacées et les Tiliacées.

+ Texture et diversité des unités structurales

Faciès de brousses structurées

***Stratification de la végétation** : Structure mixte ayant une stratification horizontale avec trois phases (zone pionnière , fourré et zone nue), et une stratification verticale qui se compose de trois strates distinctes (strates herbacée, arbustive et arborescente).

*** Indice de Simpson (Diversité des unités structurales) = 1,13 avec 0,04 d'écart type.**

Faciès de brousses persillées

***Stratification de la végétation** : Structure mixte ayant une stratification horizontale avec deux phases (partie boisée et zone nue), et une stratification verticale qui se compose de trois strates distinctes (strate herbacée, arbustive et arborescente).

*** Indice de Simpson (Diversité des unités structurales) = 1,52 avec 0,05 d'écart type.**

Faciès de brousses diffuses

***Stratification de la végétation :** Structure mixte ayant une stratification horizontale avec deux phases (phase densément boisée et phase partiellement nue), et une stratification verticale qui se compose de trois strates distinctes (strates herbacées, arbustives et arborescentes).

*** Indice de Simpson (Diversité des unités structurales) = 2,16 avec 0,49 d'écart type.**

L'indice de diversité des unités structurales fort pour le faciès diffus, indique la très grande hétérogénéité de cette structure. Celui du système structuré semble justifier l'homogénéité de cette forme de faciès. Les stratifications sont toutes mixtes (horizontale et verticale) pour les trois faciès, avec 3 phases distinctes horizontales pour le système structuré, contrairement aux deux autres faciès où il n'existe que 2 phases horizontales seulement.

44 Variable taxinomique relative à la flore

+ Familles dominantes des faciès

Après l'inventaire de la flore, et en considérant chacune des familles présentes par rapport à l'ensemble, les familles dominantes par faciès sont respectivement :

Tableau n°32 Comparaison des familles d'espèces dominantes par faciès

Faciès de brousses structurées		Faciès de brousses persillées		Faciès de brousses diffuses	
Poacées	22%	Poacées	19%	Poacées	14%
Fabacées	10%	Fabacées	8%	Mimosacées	7%
Convolvulacées	6%	Convolvulacées	5%	Combretacées	6%
Cyperacées	4%			Fabacées	5%
Amaranthacées	4%			Caesalpiniacées	5%
Mimosacées	3%				
Combretacées	3%				

En analysant les familles dominantes des trois faciès sur le plan floristique, ces faciès sont essentiellement à dominance de Poacées et Fabacées.

45 Autres variables d'étude de la végétation et de la flore

+ Types biologiques

Tableau n° 33 Comparaison des types biologiques des trois faciès

Faciès de brousses structurées	Faciès de brousses persillées	Faciès de brousses diffuses
Thérophytes = 68%	Thérophytes = 62%	Thérophytes = 47%
Phanérophytes = 23% dont :	Phanérophytes = 28% dont :	Phanérophytes = 39% dont :
-microph. = 15,65%	-microph. = 19%	-microph. = 26%
-nanoph. = 6%	-nanoph. = 7%	-nanoph. = 6,61%
-mesoph. = 0,86%	-mesoph. = 1,69%	-mesoph. = 6,61%
Chaméphytes = 4%	Chaméphytes = 5%	Cryptophytes = 7%
	Cryptophytes = 4%	Chaméphytes = 4%

On observe une variation des pourcentages de Thérophytes qui baissent du faciès de brousses structurées au faciès diffus, alors que les pourcentages du nombre de Phanérophytes croissent du faciès structuré au faciès diffus. Ces gradients des pourcentages de Thérophytes et Phanérophytes correspondent au gradient pluviométrique et semblent le justifier sur le plan biologique. En effet, les Thérophytes en milieu sec, arrivent à boucler leur cycle végétatif en quelques mois et au plus en un an. Le reste du temps pendant l'année est passé à l'état de graines.

+ Distribution géographique de la flore

Tableau n°34 Récapitulation des répartitions africaines et mondiales de la flore des trois faciès

	Distribution géographique de la flore	
	Africaine	Mondiale
Faciès de Brousses structurées	GC SZ = 48%	A = 60%
	SZ = 39%	Pal = 16%
	GC SZ SS = 5%	Pant = 15%
	SZ SS = 5%	
Faciès de Brousses persillées	GC SZ = 51%	A = 62%
	SZ = 37%	Pal = 14%
	GC SZ SS = 5%	Pant = 14%
	SZ SS = 4%	
Faciès de Brousses diffuses	GC SZ = 49%	A = 74%
	SZ = 42%	Pal = 10%
	GC SZ SS = 4%	Pant = 9%
	SZ SS = 4%	

D'une manière générale, la flore qui domine des trois faciès est (sur le plan africain) caractéristique des régions soudano-zambésienne et guineo-congolaise selon TROUPIN (1966). Cela traduit son origine dans des zones humides et notamment forestières. On remarque que l'influence des domaines GC, SZ marque la flore à une proportion de 97 à 99%. Un deuxième fait assez marquant est l'empreinte de la zone saharo-sindienne qui marque une faible partie de la flore. Sur le plan mondial; la flore est dominée par des taxa africains, mais avec des empreintes pantropicales et paléotropicales assez marquées et de façon graduelle des faciès structurés au faciès diffus. Cette dernière précision explique l'origine d'une partie de cette flore des plateaux qui va de l'Afrique à l'Asie, l'Australie, les Iles du pacifique d'une part et d'autre part à toutes les zones tropicales du monde.

+ Indices de Jacquard traduisant les liens floristiques entre les faciès

Les liens floristiques qui unissent ces systèmes sont caractérisés par les indices suivants :

la brousse structurée à la brousse persillée = 29%

la brousse persillée à la brousse diffuse = 29%

la brousse structurée à la brousse diffuse = 23%.

Cela traduit d'une part le faible lien floristique entre ces systèmes, mais également une liaison plus évidente entre deux systèmes contigus. Par voie de conséquence les structures

extrêmes sont très faiblement liées sur le plan floristique. A ce stade d'inventaire, ces indices de JACCARD traduisant une faible similitude, ne nous mettent pas dans la voie d'un test d'homogénéité floristique, encore moins à un classement des groupements vers des associations végétales.

46 Production des systèmes

Phytomasse ligneuse épigée des trois combretacées

+ Indice de productivité en bois-énergie : En matière de dendrométrie la proportion des tiges exploitables et leur répartition en classes de diamètres constitue un excellent indice de productivité.

Tableau n° 35 Indices de productivité des systèmes contractés

	% des tiges exploitables (diamètre ≥ 6 cm)	classes de diamètres des tiges exploitables et %
Brousses structurées	20%	6-10 cm = 85% 10-14 cm = 9% 14-20 cm = 5% ≥ 20 cm = 1%
Brousses persillées	15%	6-10 cm = 83% 10-14 cm = 12% 14-20 cm = 2 % ≥ 20 cm = 3%
Brousses diffuses	13%	6-10 cm = 76% 10-14 cm = 15% 14-20 cm = 7 % ≥ 20 cm = 2%

Cet indice de productivité paraît traduire une baisse graduelle des tiges exploitables du système structuré au système diffus. Il constitue à ce titre la confirmation de notre hypothèse de travail sur la production des systèmes contractés édictée par NOY-MEIR (1974). Aussi, il traduit que les classes des gros diamètres de tiges sont mieux représentées dans les systèmes diffus et persillés.

+ Biomasse ligneuse verte totale sur pied par faciès et par hectare végétalisé : Sur la base de nos travaux de 1994 à 1996, sur l'estimation de la biomasse produite par les différents systèmes, il faudrait prendre en compte (toutes tiges de toutes espèces ligneuses comprises) une production de biomasse verte théorique de :

Faciès de brousses structurées	:	27.615 kg/ha végétalisé
Faciès de brousses persillées	:	26.200 kg/ha végétalisé
Faciès de brousses diffuses	:	20.641 kg/ha végétalisé

Cette production ligneuse sur pied varie dans le même sens que l'indice de productivité, pour corroborer davantage nos résultats.

+ Biomasse sèche des tiges exploitables/ha végétalisé

Faciès de brousses structurées	:	11.215 kg/ha végétalisé
Faciès de brousses persillées	:	12.844 kg/ha végétalisé
Faciès de brousses diffuses	:	7.286 kg/ha végétalisé

Ces résultats traduisent une production plus importante pour les systèmes persillés et structurés. Aussi la production du système persillé (illogique) pourrait être reliée à l'hypothèse par laquelle si les plateaux abritant ce faciès sont fortement démantelés, il s'en suit des pentes qui favorisent la formation d'un important impluvium qui agit sur la production.

+ Production de bois-énergie et sa répartition en classes d'assortiments

Tableau n°36 Comparaison de la production en bois-énergie des trois faciès de brousses contractées

	Bois énergie		Classes d'assortiments
	par ha de plateau	/ha végétalisé	
Brousses structurées	13,47 stères 7m3	34,59 stères 17,71 m3	BENC = 10% BEC = 90%
Brousses persillées	17,92 stères 5,23 m3	34,98 stères 16,965 m3	BENC = 6% BEC = 94%
Brousses diffuses	9,23 stères 4,56 m3	14,46 stères 7,27 m3	BENC = 14% BEC = 86%

Cette sortie des résultats sous forme de moyenne arithmétique traduit une production sensiblement égale par hectare végétalisé pour les systèmes structuré et persillé, mais qui dépasse largement celle du système diffus. La proportion de la classe d'assortiment commercialisable est sensiblement identique dans les trois cas. Mais signalons quand même qu'en considérant les stations écologiques prises isolément, la production de bois-énergie par ha végétalisé décroît sans ambiguïté du système structuré au système diffus.

Phytomasse aérienne herbacée

+ Production de M.S/ha de plateau

Tableau n°37 Comparaison de la production de Matière sèche herbacée.

Faciès de B. structurées	Faciès de B. persillées	Faciès de B. diffuses
1.916 kg +/- 118 kg	1.105 kg +/- 102 kg	1.946 kg +/- 207 kg

La variation de la quantité produite de matière sèche (M.S) par hectare de plateau prend ici une tendance asymétrique. Les productions des deux systèmes extrêmes presque sensiblement égales, doublent pratiquement celle du système persillé. Mais comme cette forme de production est liée à la quantité et à la répartition de la pluie au cours d'une saison, ces résultats doivent être vérifiés au cours des deux prochaines campagnes.

+ Répartition de la production de MS/ha par points de relevé

Tableau n° 38 Comparaison de la répartition de la production de MS/ha selon les faciès et les points de relevé

Points de relevé	Faciès structuré	Faciès persillé	Faciès diffus
Lisières	54%	42%	28%
Sous-bois	17%	28%	31%
Zones ensoleillées	29%	30%	41%

Cette répartition de la production par points de relevé ne fait que mettre en évidence la stratification horizontale et verticale de cette forme de végétation contractée dont la répartition spatiale diffère selon les faciès. Quand la structure horizontale est très nette (par l'action de la pente), l'éclairement favorise une meilleure production dans les lisières et zones ensoleillées.

Par contre quand la pente s'annule, le ruissellement va dans plusieurs directions et dans ce cas seules les espèces héliophiles et sciaphiles sont favorisées.

+ Répartition spécifique de la production par faciès

Tableau n°39 Approche comparative de la répartition spécifique de la production herbacée

Faciès de brousses structurées		Faciès de brousses persillées		Faciès de brousses diffuses	
<i>Loudetia togoensis</i>	56%	<i>Zornia glochidiata</i>	40%	<i>Borreria scabra</i>	33%
<i>Zornia glochidiata</i>	16%	<i>Tripogon minimus</i>	16%	<i>Zornia glochidiata</i>	21%
<i>Borreria scabra</i>	8%	<i>Borreria scabra</i>	15%	<i>Loudetia togoensis</i>	10%
<i>Panicum laetum</i>	6%	<i>Triumfetta pentandra</i>	9%	<i>Triumfetta pentandra</i>	5%

La production de matière sèche est nettement influencée par la contribution de quatre espèces : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata*, *Borreria scabra* et *Tripogon minimus*.

+ Répartition systématique de la production par faciès

Tableau n°40 Approche comparative systématique de la production herbacée par faciès

Faciès de brousses structurées		Faciès de brousses persillées		Faciès de brousses diffuses	
Poacées	62%	Fabacées	40%	Poacées	43%
Fabacées	16%	Poacées	16%	Fabacées	21%
Rubiacées	8%	Rubiacées	15%	Tiliacées	5%
		Tiliacées	9%		

Le constat fait sur la répartition spécifique de la production se reporte logiquement sur la répartition systématique sont les contributions les plus importantes proviennent des : Poacées, Fabacées et Rubiacées.

+ Contribution des faciès à la production de fourrage (utilisable par les animaux)

En fusionnant tous les résultats de production de matière sèche par hectare de plateau à une échelle globale des formations contractées, la contribution moyenne des faciès en fourrage utilisable par les animaux est de l'ordre de :

Faciès de brousses structurées	30%
Faciès de brousses persillées	55%
Faciès de brousses diffuses	15%

Il semble se dégager que le faciès de brousses persillées comporte plus d'herbacées fourragères, il est secondé par la brousse tigrée structurée. Le faciès diffus est le moins nanti.

+ Contribution des points de relevé à la production herbacée des plateaux latéritiques et répartition systématique de la phytomasse produite

Tableau n°41 Approche comparative de la contribution des points de relevé en fourrage

Points de relevé	Contribution en fourrage	Répartition systématique de la phytomasse utilisable	
Lisières	51%	Poacées	51%
		Fabacées	43%
		Rubiacées	5%
Sous-bois	23%	Rubiacées	18%
		Tiliacées	8
Zones ensoleillées	18%	Poacées	64%
		Fabacées	23%

5 - SUCCESSION ECOLOGIQUE DEGAGEE DU GRADIENT ETUDIE

L'analyse synchronique que nous venons de faire, intégrant tous les paramètres du cadre physique et les composantes de la biocénose, tend à nous conduire à une tentative de justification et d'explication d'une succession écologique à l'échelle du gradient latitudinal et pluviométrique. Faut-il le rappeler, l'étude des successions serait fondée sur le déterminisme écologique, qui lui même porte sur les phénomènes naturels et faits humains causés par leurs antécédents.

L'hypothèse, la plus admise qui détermine le fonctionnement des écosystèmes étudiés, de là leur genèse, serait celle de THIERY et al (1994) et de RAUNET (1985), qui s'accordent à croire que l'écoulement unidirectionnel serait le seul facteur déterminant, et que le substrat ne serait pas impliqué.

La présente étude a quelque chose de particulier, en ce sens qu'elle porte sur une grande échelle, intègre les différents faciès tout en considérant de nombreux facteurs écologiques ou des variables de ces facteurs pour essayer de comprendre et d'interpréter cette forme de végétation contractée spécifique aux plateaux latéritiques et la flore. Pour dégager la succession écologique les hypothèses se sont appuyées sur les travaux de SAADOU (1990) et les littératures anciennes archéologiques

A l'heure actuelle, le milieu est sec, la végétation s'est contractée. Sur le plan biologique, les travaux de SAADOU (1992), ont permis de comprendre que cette flore tente de s'adapter par suite de la dégradation des facteurs climatiques, en s'installant dans les zones sous végétation (plus larges au Nord et réduites au sud), où à l'optimum de végétation, l'humidité relative est plus forte, avec une transpiration des plantes assez faible, ce qui leur permet d'accomplir leur cycle végétatif et de se maintenir. Ce raisonnement global peut se justifier par les causes biologiques et climatiques suivantes qui découlent de nos travaux :

- les thérophytes représentant 68% des types biologique dans les zones nord à faciès de brousses structurées, voient leur proportion se réduire à 62% entre le 15 et le 14° N, pour sensiblement baisser à 47% au sud de notre transect,

- les phanérophytes moins adaptés à la nouvelle donne, ne sont que 23% au nord (où ils étaient dominants), 28% dans les zones à structures persillées, et 39% en brousses diffuses où le climat est encore favorable,

- la durée de la saison sèche correspondant à 9 mois autour du 15ème parallèle, se réduit à 6 mois vers le 12ème,

- les familles des espèces dominantes sont surtout représentées par les herbacées. Elles sont plus importantes au Nord (Poacées = 22%, Fabacées = 10%), pour se réduire à 14 et 5% respectivement au sud.

- l'adaptation la flore à cette succession écologique pourrait se comprendre par la conversion une flore typique aux zones humides dans le temps, vers une flore qui a quand gardé les caractéristiques de sa distribution d'origine (87 à 91% des espèces ayant comme distribution géographique africaine : GC et SZ) mais avec une introduction des espèces de la zone saharo-sindienne (SS variant de 8 à 10%).

- l'indice de taille qui justifierait la succession écologique de la flore des brousses contractées des plateaux serait la présente (sur le plan répartition mondiale des espèces) des espèces paléotropicales communes à l'Afrique, l'Asie, l'Australie et l'île du Pacifique, qui représentent 16% entre le 15 et 14° N, 14% entre le 14 et 13°N, pour ne constituer 9% dans les zones sud de notre transect.

- sur le plan des liens floristiques actuels entre les groupes de structures, on peut observer que si deux faciès contigus (structurés et persillés ou persillés et diffus) sont au même degré de liaison parentale (indice de Jaccard de 29%), il n'en demeure pas moins que les flores des structures extrêmes de notre transect sont très faiblement liées (23%). Ce dernier élément tend à expliquer que nous tendons vers une flore dont la composition actuelle diffère de celle d'antan, et que à la longue nous tendons vers de nouveaux groupements végétaux.

Pour conclure ce paragraphe, nous pensons avoir mis en évidence que la flore et la végétation contractée des plateaux, leur déterminisme et structure traduisent la conversion d'une forme de végétation de zone humide dans le temps vers une unité de végétation de zone sèche. A l'échelle de cette nouvelle unité résultante, en fonction du climat, de la latitude, et du substrat, une nouvelle hiérarchie se crée pour donner la physionomie des trois faciès de brousses tigrées. Pour mieux comprendre la succession et ses évolutions spatio-temporelles, il serait important d'appliquer en plus des méthodes de stratigraphie et de chorologie relative pour déterminer les disséminations des principales espèces qui permettront de connaître la composition et la physionomie de la végétation à une date donnée. Sur cette base il serait possible de déterminer entre les pressions humaines, les changements climatiques, le substrat pédologique et géologique et les adaptations écologiques, quels sont ceux qui influencent principalement la succession qui en est résultée.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE

Au terme de cette étude de la végétation contractée des plateaux latéritiques de l'ouest nigérien, nous tenons pour conclure à faire les réflexions suivantes qui se rapportent à :

+la démarche méthodologique à l'aide de la télédétection aérospatiale, pour étudier la végétation des trois faciès de formations contractées de plateaux latéritiques, a été envisagée sur la base d'un modèle simple, dont l'échantillonnage allant de l'échelle locale (unité structurale ; faciès), s'étale à une échelle régionale (transect de 300 km traversant toute la partie occidentale du Niger). Le passage de la vision fine de quelques stations écologiques étudiées, a pu être ainsi transposable à une vision de grande échelle régionale.

Dans un premier temps, un travail préalable de spatialisation a servi à classer globalement ces formations en trois faciès : les faciès structurés (du 15° au 13° parallèle), les faciès persillés (du 14° au 13°) et les faciès diffus (du 13° au 12°). Nous avons ensuite constitué une base de données de format numérique, facilement intégrables dans un Système d'Informations Géographiques (S.I.G), avant de monter un dispositif expérimental tout à fait adapté à la forte anisotropie de ces systèmes. Le mode de sondage statistique, aléatoire, est d'une intensité d'échantillonnage variant de 0,4 à 2% selon les trois faciès.

Dans une seconde étape, nous avons retenu les méthodes classiques d'étude de la végétation ligneuse, qui sont celles fondées sur des statistiques simples et pratiquées avec des résultats acceptables, par de nombreux aménagistes forestiers et chercheurs. Dans ce cadre, nous avons combiné un inventaire forestier dont la précision se situerait entre celle d'un inventaire tactique (conforme à un aménagement) et un inventaire opérationnel (plus précis que le précédent et ne concerne que les mesures du volume de bois). Les informations récoltées pouvant renseigner sur la production ligneuse elle-même, les recouvrements ligneux, la densité, et la masse du fourrage aérien etc. Toutes les espèces ont fait l'objet d'inventaire dans un premier temps et trois Combretacées (*C.micranthum*, *C. nigricans* et *G. senegalensis*) qui dominent d'une manière plus pointue dans un second temps. Après l'inventaire, une coupe sélective des trois Combretacées (pour les tiges de diamètre ≥ 6 cm) et un cubage ont été appliqués. Une classification et le façonnage par bûches de différentes classes de diamètre, ont permis de mesurer la biomasse des différents constituants aériens.

La méthode d'étude de la strate herbacée s'est appliquée en deux étapes. La première exploratoire, recense toutes les herbacées rencontrées sur des layons secondaires (espacés d'environ 20 mètres) qui traversent perpendiculairement les unités boisées. Ayant permis aussi une récolte d'échantillons d'herbier, cette étape a été couverte à deux stades phénologiques différents (début août = phase de croissance végétative et fin août = phase de sexualisation de la majorité des espèces). La deuxième étape correspond à la récolte intégrale du matériel herbacé dans un carré de 1 m de côté posé au hasard dans les points de relevé : les lisières (zones pionnières ou franges herbacées), les coeurs du fourré (zones de sous-bois) et dans des zones ensoleillées (de faible couverture). Les unités de relevé (carrés), comportent deux répétitions (soit six carrés par station). A l'échelle de chaque carré, le matériel herbacé est identifié, les individus/espèce/m² sont comptés avant d'être récoltés et pesés à l'état vert. Mise en sachet, la phytomasse épigée verte est directement passée à l'étuve (à 85°) jusqu'à un poids constant, pour déterminer le taux de matière sèche (MS).

Ces méthodes d'études de la végétation utilisées, toutes classiques, avec l'appui de la télédétection ont permis dans les délais requis, d'atteindre des résultats qui se relient à nos hypothèses et à certaines conclusions bibliographiques. Ils se rapportent :

+ à l'obtention des données numériques facilement intégrables dans un S.I.G, offrant de nombreuses possibilités pour la recherche future.

+ au cadre physique accueillant les structures

- les différents coefficients de variation de l'étalement des zones boisées et des effectifs/ha/unité structurale à l'intervalle situé entre deux parallèles (sensiblement 110 kms dans notre zone), ont permis de déterminer les limites et les zones de chevauchement entre les zones de faciès différents. C'est ainsi que les structures en bandes et les faciès de brousses persillées disposent d'une importante zone de transition. Entre les brousses persillées et les brousses diffuses, cette transition est relativement faible, pour deux raisons. Non seulement les faciès persillés et diffus sont inféodés spécifiquement à des unités morphopédologiques différentes (Plateaux démantelés avec pentes fortes très irrégulières, bas plateaux presque sans pente sur un socle qui affleure). Il nous semble à travers cette nouvelle échelle typologique, avoir mis en relief la filiation entre ces facteurs, dont DELBAERE (1994) a aussi suspectée par la mesure des pentes.

- les trois faciès s'échelonnent (du nord au sud) dans le transect sur une toposéquence d'unités morphopédologiques (hauts plateaux, plateaux moyens démantelés, et bas plateaux.) qui somme toutes reposent sur le Continental terminal. Mais on observe que dans le sud où les bas plateaux reposent sur du socle du continental terminal, la structure linéaire disparaît pour donner lieu à des taches de végétation dont la répartition est plus homogène sur la surface du plateau. Ce raisonnement semble mettre en évidence que la structure persillée est exclusive aux plateaux démantelés, la zone du socle qui apparaît en surface ne permet que l'installation des structures de brousses sans mode d'organisation particulière, et enfin que l'hypothèse d'exclure le substrat dans la structuration contractée semble inexacte. Nous proposons à ce titre comme nouvelle hypothèse, que le substrat géologique et pédologique est à prendre en compte comme facteur déterminant les structures. Une fois combiné à la pente des démonstrations plus exactes pourraient être faites sur l'origine des structures.

+ à quelques facteurs écologiques

- la durée de la saison sèche (de 9 mois entre le 14° et 15° N, réduite à environ 6 mois du 12° au 13° N), l'amplitude thermique (qui baisse du Nord au Sud) et la pluviométrie qui diminue en sens inverse, paraissent comme trois facteurs logiques de la différence de végétation et de flore entre les trois systèmes.

+ à la physionomie de la végétation contractée des plateaux

- le recouvrement ligneux moyen de 40,5% en brousses structurées, 46,5 % sur les faciès de brousses persillées et 70% en brousses diffuses, varie en sens inverse par rapport à la densité des ligneux plus importante (4.977 tiges exploitables/ha de plateau) en brousses tigrées structurées, qui baisse respectivement à 4.797 et 2.673 tiges/ha de plateau pour les faciès persillés et diffus. Par contre, la densité des herbacées augmente du Nord vers le sud. Ces données nous indiquent que le recouvrement ligneux à lui seul, ne constitue pas un facteur corrélé à la production ligneuse et herbacée sur les plateaux latéritiques (voir production des systèmes).

- les groupements végétaux paraissent dominés par les Combretacées pour ce qui concerne les ligneux et respectivement par les Poacées, les Fabacées, les Rubiacées et Tiliacées pour les herbacées.

- les indices de diversité que nous avons calculés semblent traduire une bonne homogénéité des unités structurales du faciès structuré tigré (1,13), +/- bonne dans le faciès persillé (1,52), et une très forte hétérogénéité dans la brousse diffuse (2,16).

+ aux caractéristiques de la flore

- les plateaux latéritiques étudiés constituent un milieu d'une diversité biologique assez importante. Même si nos inventaires ne sont tout à fait exhaustifs pour pouvoir établir des listes floristiques définitives, les tendances actuelles, expliquent cette diversité. C'est ainsi que sur les trois faciès confondus nous avons inventorié : **Espèces ligneuses : 48 essences différentes recensées, représentant 19 familles et 36 genres. Espèces herbacées : 135 espèces différentes recensées, représentant 38 familles et 99 genres.** En prenant en compte toutes les espèces présentes, les **Poacées** et les **Fabacées** sont les deux familles les mieux représentées.

+ à certaines variables importantes sur la végétation et la flore

- la présence plus marquée des thérophytes (68%) sur le faciès de brousses structurées et qui se réduisent respectivement à 62% et 47% dans les brousses persillées et diffuses, couplée à la réduction des phanérophytes des faciès situés au sud vers ceux du nord (Brousses diffuses = 39% ; brousses persillées = 28% et les faciès structurés en bandes 23%) , traduisent une justification biologique du gradient pluviométrique dans notre transect.

- les formations contractées de plateaux sont constituées par une flore dont la distribution géographique est spécifique aux milieux plus humides que les écosystèmes actuels. L'insertion progressive des flores des zones saharo-sindiennes, traduit l'aridité et son action sur le milieu. Aussi, la présence d'une flore paléotropicale tend à justifier la succession écologique dans ces écosystèmes. En effet, la flore et la végétation contractée des plateaux, leur déterminisme et structure traduisent la conversion d'une forme de végétation de zone humide dans le temps vers une unité de végétation de zone sèche. A l'échelle de cette nouvelle unité résultante, en fonction du climat, de la latitude, et du substrat, une nouvelle hiérarchie se crée pour donner la physionomie des trois faciès de brousses tigrées actuels.

+ à la production des systèmes écologiques

- l'indice de productivité que représente la répartition en classes de diamètres des tiges des trois Combretacées, met en relief une production ligneuse nettement supérieure pour les faciès structurés en bandes et persillés, par rapport à la brousse diffuse. Dans le contexte de changement d'échelle, il semble se vérifier l'hypothèse de NOY-MEIR (1974) qui prévoyait une production au moins égale ou supérieure pour les faciès mieux structurés par rapport à la brousse diffuse. Ces résultats corroborent une fois de plus ceux obtenus par ICHAOU de 1994 à 1996. Cette tendance se confirme de la brousse structurée en bandes à la brousse diffuse par les faits suivants :

* les tiges exploitables qui sont respectivement de 20%, 15% et 13%,

* la biomasse verte sur pied par hectare végétalisé qui est de 28 Tonnes, 26 Tonnes et 21 Tonnes,

* la biomasse sèche des tiges exploitables par hectare végétalisé représente respectivement 11 T, 13 T et 7 T (d'où un pic au niveau du faciès persillé qui se justifie par les pentes et la largeur des impluviums),

* la production de bois-énergie varie de 13 stères (7 m³)/ha de plateau [soit 35 stères (18 m³)/ ha végétalisé] à 9 stères (4 m³)/ha de plateau [soit 14 stères (7 m³)/ ha végétalisé] pour la brousse diffuse. Le faciès à mode d'organisation intermédiaire, persillé à enregistré aussi un pic de production avec 18 stères (5 m³)/ha de plateau [soit 35 stères (17 m³)/ ha végétalisé], ce qui ne change pas la logique de vérification de notre hypothèse sur la production.

- la production de la phytomasse herbacée épigée semble se répartir différemment sur les niveaux de production : lisières, sous-bois et zones ensoleillées. Selon l'état de la pente qui peut aider le ruissellement et le vent à accumuler des colluvions et les alluvions à ces niveaux qui ont été les points de relevé et de mesure, la densité et la biomasse diffèrent. C'est ainsi que la production de Matière Sèche (M.S) mesurée sur les trois systèmes varie d'environ 1,9 Tonnes (faciès diffus et structuré en bandes) à 1,1 Tonnes/ha de plateau pour le système persillé. Cette quantité de M.S est produite essentiellement par quatre espèces qui sont par ordre d'importance : *Loudetia togoensis*, *Zornia glochidiata*, *Borreria scabra* et *Tripogon minimus*. D'un point de vue systématique cette production est constituée par la contribution importante de 3 familles : Poacées, Fabacées, Rubiacées. A ces familles s'ajoute parfois la famille des Tiliacées.

- sur le plan utilisation fourragère des herbacées, et en considérant les systèmes de plateaux dans un ensemble, nous remarquons que le faciès de brousses persillées contribue au premier plan avec 55%, il est secondé par le faciès structuré tigré (30%). Le faciès diffus, même s'il produit une importante quantité de matière sèche, sa contribution en valeur fourragère est faible (15%). Cette contribution des faciès en fourrage, semble donner raison aux éleveurs, qui préfèrent remonter au Nord à un moment de la saison pluvieuse, pour disent-ils faire profiter leurs animaux des meilleurs fourrages.

Cette modeste contribution que nous proposons dans l'étude de la végétation contractée des plateaux de l'ouest nigérien, si elle nous a permis de trouver des éléments nouveaux de réponse à certaines questions que se pose la recherche, nous a fait parvenir aussi à des points de vue parfois différents et divergeants. Nous pensons que les nombreuses disciplines prises en compte, les courants de pensées des compétences qui nous ont appuyé ou encadré, donneraient de la volonté pour prendre connaissance du document dans son ensemble, et éventuellement permettre de continuer la recherche. Particulièrement, l'implication du substrat non prouvée dans la structure des formes de contraction, les investigations en chorologie relative et en stratigraphie, méritent des lancements de programme de recherche.

En effet, les efforts d'amélioration des connaissances sur la «Brousse Tigrée» en l'état actuel et dans leur évolution passée permettra de prévoir rigoureusement la situation future. Dans cette optique, dans la perspective de nos travaux futures, nous comptons travailler dans cette chaîne d'étude sur le thème : Ecologie, production, gestion et régénération des écosystèmes contractés des plateaux latéritiques de l'ouest nigérien. Les attentes importantes reposeront sur l'énoncé des relations entre un système contracté de plateaux donné, son fonctionnement et sa dynamique, sa production et le mode de régénération convenable. Il sera aussi développé des méthodes d'évaluation de la production en couplant les données satellitaires aux inventaires au sol pour prédire les quantités de bois-énergie notamment, dans la sous-région concernée.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDOULAYE K. ;1995 : Relation entre la pente et les différentes structures de brousse tigrée.Orstom Niam./ ECICA. 26p.
- ACHARD F. 1990 : Pastoralisme et écosystèmes forestiers contractés du sud du Niger : Ressources fourragères; impact du pâturage sur la forêt. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens, (Actes séminaire inter. Niamey 1995). 9p
- ACHARD F. 1990 : Place de la brousse tachetée à Combretacées dans les systèmes d'élevage soudano-sahéliens. Rapport Ministère de l'hydraulique et de l' environnement, Niamey Niger. 43p
- AKE ASSI, L.1984., Flore de la Côte d'Ivoire : Etude descriptive et biogéographique, avec quelques notes ethnobotaniques. Th Doc.ès Sc Nat. TII, Univ. d'Abidjan. 1098p.
- ALEGRIA J., J. G. HEERMANS. G. MINNICK. ; 1986 : Système de sondage pour déterminer la quantité de bois de chauffe des combretacées dans la forêt classée de GUESSELBODI (kolo) Niger.Projet PUSF. 37p.
- AMBOUTA K. ; 1984 : Contribution à l' édaphologie de la brousse tigrée de l' ouest nigérien. Th. docteur-Ing. Univ. Nancy I. 116p+annexes
- AMBOUTA K.J.M. 1996 : Définition et caractérisation des structures de la végétation contractée au Sahel : cas de la brousse tigrée de l' ouest nigérien. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens, (Actes séminaire inter. Niamey 1995). 12p
- AUBREVILLE A., 1936-1937 : Extrait d' un rapport de mission au Niger et Nigeria : les forêts de la colonie du Niger, revue bois et forêts des tropiques n°148. 95p
- AUBREVILLE A., 1950 : Flore forestière soudano-guinéenne. AOF Cameroun, AEF, Soc éd.géo.mar.colon Paris. 525p.
- AUDRY P. & Rossetti C. 1962 : Observation sur les sols et la végétation en Mauritanie du sud-est et sur la bordure adjacente du Mali. (1959 et 1961). Prospection Ecologique en Afrique Occidentale, FAO, Rome : 53-71.
- BERHAUT. J.; 1967 : Flore du Sénégal. 2e éd. Clairafrique. Dakar. 481p.
- BERHAUT. J.; 1971,1974,1975,1976,1979 : Flore illustrée du sénég. Dicotylédones, 6 tonnes.
- BERNUS E. et Sidikou. A. H., 1983 : Atlas du Niger, Editions j.a.64p.
- BERTRANDO B.; 1984 : Etude des variations spatio-temporelles des précipitations annuelles et de la saison des pluies au Niger. Mém. de maîtrise-univ. D'AIX. Marseille II. 84p.
- BOALER S.B. & Hodge C.A.H. 1962 : Vegetation stripes in Somaliland. Journal of Ecology, 50 : 465-474.
- BOALER S.B. & Hodge, C.A.H. 1964 : Observations on vegetation arcs in the northern region, Somali Republic. Journal of Ecology, 52: 511-544.
- BOUDET G. 1971 : Y a-t-il désertification et assèchement du climat en Afrique tropicale sèche ? Le faciès de végétation de "brousse tigrée en est-il la conséquence ? Rapport IEMVT, Maisons-Alfort, France. 17p
- BOULARD B.; 1988 : Dictionnaire de botanique. Ed. MARKETING. 398p.
- C. GEERLING. ;1982. Guide de Terrain des ligneux Sahéliens et Soudano-Guinéens.340p.
- CARATINI R.1983 : La vie des plantes. Bordas Encyclopédie : 580-589.
- CASENAVE A. & Valentin C. 1992 : A runoff capability classification system based on surface features criteria in semi-arid areas of Journal of Hydrology, 130 : 231-249.
- CATINOT R. 1994 : Aménager les savanes boisées africaines. Un tel objectif semble désormais à notre portée. Bois et Forêts des Tropiques, 241: 53-69.
- CHEVALIER A., 1933 : Les territoires géobotaniques de l'Afrique tropicale nord-occidentale et ses subdivisions. C.R. Séances Soc. géobot : 4-26.
- CHEVALIER A.; 1900 : Géographie botanique.-Les Zones et les provinces botaniques de l' Afrique Occidentale française. C.R. Acad. Sc. 130 : 1205-1208.
- CLOS -ARCEDUC. 1956 : Etude sur photographie aérienne d' une formation végétale sahélienne : la brousse tigrée. Bull. Inst. Fr. Afrique Noire. série A, 18, 677-684.
- CLOS-ARCEDUC, M. 1956 : Etude sur photographies aériennes d'une formation végétale sahélienne : la brousse tigrée.Bulletin de l' IFAN, T.XVIII, série A, 3: 677-687.
- CORNET A.1992 : Relation entre la structure spatiale des peuplements végétaux et le bilan hydrique des sols de quelques phytocénoses en zone aride. L'Aridité, une contrainte au développement, Editions de l' ORSTOM, Paris 245-265.
- CORNET A.F., Delhoume, J.P. & Montaña, C. 1983 : Vegetation patterns and soils in the Mapimi Bolson (Chihuahuan desert, Mexico), Part I : vegetation arcs. In Contributed papers , 2nd symposium on resources of the Chihuahuan desert region, Mexico. Botanical biology, 13 : 18p.

- CORNET A.F., Delhoume, J.P. & Montaña, C. 1988 : Dynamics of stripped vegetation patterns and water balance in the chihuahuan desert. Diversity and pattern in land communities, SPB Academic publication, 221-231.
- CORNET A.F., Montaña C., Delhoume J.P. & Lopez-Portillo J. 1992 : Water flows and the dynamics of desert vegetation stripes. Landscape boundaries. Consequences for biotic diversity and ecological flows, eds. A. J. Hansen 16p
- COURAULT D., d'Herbès J.M., Valentin C. & Remy D. 1991 : Etude de la variabilité spatiale du comportement hydrodynamique des sols au Niger à partir d'images satellitaires. Physical Measurements and Signatures in Remote sensing, Proceeding of the 5 th International, Colloquim, Courchevel, France, 14-18 janvier 1991 601-604.
- COURAULT D., d'Herbès J.M., Valentin C. 1991 : Caractéristiques spectrales des principales organisations de la surface des sols du Niger. Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales, ed. M. Pouget. 39-48
- COUTERON P. & Serpantié G. 1995 : Cartographie d'un couvert végétal soudano-sahélien à partir d'images SPOT XS. Exemple du Nord-Yatenga (Burkina Faso). Photo-interprétation, 1: 19-24.
- COUTERON P. ; 1997 : Contractions du couvert végétal et sécheresse. Exemples au nord-ouest du Burkina Faso. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens. (Actes du séminaire inter. Niamey 1995) 7-10.
- COUTERON P. 1996 : Sécheresse et hétérogénéité spatiale de paysages végétaux soudano-sahéliens; exemples au nord-ouest du Burkina Faso. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens, (Actes du séminaire inter. Niamey, 1995), 6p
- COUTERON P., Mahamane A. & Ouedraogo P. Analyse de la structure de peuplements ligneux dans un fourré tigré au Nord -Yatenga (Burkina-Faso): état actuel et conséquences évolutives. Annales des Sciences Forestières. (sous presse).
- d'HERBES J-M, VALENTIN C., J.THIERY ; 1997 : La brousse tigrée au Niger : synthèse des connaissances acquises. Hypothèses sur la génèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens (Actes du séminaire inter Niamey, 1995), 131-152.
- d'HERBES J.M. & Mougenot B. (en prép.) Specific methods of study : patterns at a regional scale. Banded vegetation patterning in arid & semi-arid environments. Ecological processes and consequences for management.
- d'HERBES J.M., Ambouta J.M.K. & Peltier R. (1997) Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. Actes de l'Atelier international, 20-25 novembre 1995, Niamey, Niger. John Libbey Eurotext, Paris, 336p.
- DAJOZ R.; 1974 : Dynamique des populations. Masson et Cie . Paris. 301p.
- DANJIMO B.; 1997 : Contribution à l' étude floristique et écologique des formations naturelles et des agrosystèmes au sud du Département de Dosso (Niger), DEA. Fac. des Sc. et Tech., Univ. de Ouagadougou B.F., 76 p+ annexes.
- de FABREGUES B. P. ; Lexique de noms vernaculaires de plantes du Niger (2é édition provisoire) 157p.
- de FABREGUE B.P. et J.P. Lebrun ; 1969 : Plantes rares ou intéressantes de la République du Niger II. *Adansonia*, ser. 2,9 (1) : 157-168.
- de FABREGUES B. P., 1971 : Evolution des pâturages naturels sahéliens du Sud Tamesna (Rép. Niger) . IEMVT. miméog. Maison -Alfort. 135p.
- de FABREGUES B.P et LEBRUN J. P ; 1976 : Catalogue des plantes du Niger étude botanique n°3. 433p+annexes
- de RAVIGNON F. et LIZET; 1987 : Comprendre un paysage, guide pratique de recherche. INERA 143p.
- DE WINTER J., M. Fischer, Ph. Hellemans, A. Trautmann, A. Kinni, M. Bagoudou, S. Aboubacar. ; 1988 : Aménagement et protection des forêts naturelles dans la région Niamey. Résumé du rapport de la 1ère phase. 21p.
- DE WINTER J., M. Fischer, Ph. Hellemans, I. Doulaye, S. Gambo, M. Bagoudou. ; 1989 : Aménagement et protection des forêts naturelles dans la région de Niamey. Résumé du rapport de la 2é phase. 50p.
- DELBAERE E., 1994 : Identification de la structure des écosystèmes contractés sahéliens par télédétection aérienne et satellitaire. Facteurs du milieu déterminant ces structures. Mém. de fin d' étu. Inst. sup. tech. d' Outre-Mer.Paris. 75p.
- DELHOUME J.P. 1995 : Fonctionnement hydro-pédologique d'une toposéquence de sols en milieu aride (Réserve de la Biosphère de Mapimi, Nord-Mexique). Thèse Université de Poitiers, France.293p+annexes

- DEVINEAU J. L., (à paraître) Note sur l'analyse de la structure de la végétation et sur la terminologie
- DIARRA A., Selmi Mohamed Taied. ; 1993 : Plan d' Aménagement et de Gestion de la Forêt protégée à Bounounou-Nebielianayou. (Burkina Faso). 120p.
- DJIBO H., Montagne P., Geesing D., Peltier R. & Touré A. 1996 : L'aménagement villageois sylvo-pastoral formation de brousse tachetée de Tientiergou, Niger. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens, (Actes de l'Atelier inter. Niamey, 1995), 13p.
- DUBOIS D. et J. Lang; Janv. Avril 1981-1984 : Etude lithostratigraphique et géomorphologique du continental terminal et du cénoï inférieur du bassin des Lullemeden (Niger).
In Bull. de l'I.F.A.N. T3, ser. A, n°1-2 : 42p.
- DUNKERLEY D.L. & Brown, K.J. 1995. Runoff and runoff areas in a patterned chenopod shrubland, arid western New South Wales, Australia: characteristics and origin. *Journal of Arid Environments*, 30 : 41-55.
- EHRMANN M. 1994 : Hydrodynamique et fonctionnement de la végétation herbacée d'une brousse tigrée dans le Sahel nigérien. Mémoire D.E.A., Univ. Paris VI, 92p.
- EHRMANN M., Galle S. & Seghieri, J. Modelisation of an herbaceous layer distribution in Niger's tiger bush. *Acta Ecologica*. 9p
- EMBERGER L. ; 1966 : Reflexion sur les spectres biologiques de RAUNKIAER. In mém. Publiés par la soc. Bot. de FRANCE : 147-163.
- FAIRBAIRN. W.A. ,1943 : Classification and description of the vegetation type of the Niger colony. French West Africa Imp. for Inst. paper. n°23. Alfort. 38p.
- FONTES J. et GUINKO S. ; 1995 : Carte de la végétation naturelle et de l' occupation du sol + notice. Burkina Faso. Institut du Développement Rural, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou.
- FRANCOUAL T. ; 1994 : Etude des organisations d'un paysage sahélien en relation avec la dynamique temporelle et spatiale des états de surface par télédétection. Mé.
pour Dipl. d'Agro. Appro. Inst. N. AGRO. Paris-Grignon. 35p+annexes.
- FRANKLIN J., 1991 : Land cover stratification using Landsat Thematic Mapper data in Sahelian and Sudanian woodland and wooded grassland. *Journal of Arid Environments*, 20 : 141-163.
- FRIES. J. 1993 : Needs and possibilities. Renewable energy for Development. Management of natural forests in semi-arid areas of West-Africa. A Stockholm Environment Institute Newsletter. 6 (2) : 12-15
- FRONTIER S., PICHOD-VIALE D. ; 1991 : Ecosystèmes structure - fonctionnement évolution. Masson. Collection d' écologie 21. 392p.
- GADO B.; 1978 : Contribution à l'histoire des populations d'entre le fleuve Niger et le Dallol Maouri. Th. 3^e cycle. Un. Paris I. 492p.
- GALLE S & Seghieri J. 1996 : Fonctionnement hydrique et biologique de la brousse tigrée nigérienne à l'échelle locale. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens. (Actes de l'atelier inter. Niamey, 1995) 6p
- GALLE S. & Peugeot C. 1993 : Soil water spatial distribution on tiger bush in Niger. American Geophysical union AGU Fall Meeting, dec. 6-10, San-Francisco, 13p.
- GALLE S., Ehrmann M. & Peugeot C. Water balance on a banded vegetation pattern the case of the tiger bush in western Niger Catena. (sous presse).
- GAMBO S. ; 1988 : La politique nigérienne en matière d' aménagement des ressources forestières 29p+annexes.
- GARBA R. ; 1991 : Etude des régimes pluviométriques du Niger : Caractérisation des distributions moyennes mensuelles et variations observées au cours des 40 dernières années. Mem. Ing.
D' application en Hydrologie. AGRYMET Niamey. 53p.
- GAVAUD M. 1977 : Les grands traits de la pédogénèse au Niger méridional. Travaux et documents de l'ORSTOM Paris. 76p
- GOUNOT M. ; 1969 : Méthode d' étude quantitative de la végétation . Masson et al., Paris VIe. 303p.
- GREENE R.S.B. 1992 : Soil physical properties of three geomorphic zones in a semi-arid Mulga Woodland. *Soil Water Manage. Conserv.*, 30 : 55-69.
- GREIG-SMITH P. 1979 : Pattern in vegetation. *Journal of Ecology*, 67 : 755-779.
- GUILLAUME K. 1995 : Dynamique de la matière organique et minéralisation dans les sols de la brousse tigrée (Niger). Mémoire D.E.A., Université Paris VI. 63p
- GUINAUDEAU F. ; 1984 : Estimation des volumes et de la productivité des formations forestières sèches Révues des méthodes et des résultats. Rapport préparé pour la FAO. 83p.
- GUINKO S. ; 1973 : Contribution à l' étude écologique des savanes marécageuses du bas-Dahomey. Thèse 3^e cycle. Univer de C.I 142p+annexes.

- GUINKO S.; 1984 : Végétation de la Haute-Volta. Th. Docteur es sciences naturelles, Bordeaux III. Tome I et II. 397p.
- HAMANI S. ; 1995 : Contribution des données satellitaires haute résolution à l'évolution des potentialités de la végétation contractée (" brousse tigrée ") des plateaux de l'ouest nigérien Mé. DESS, GDTA, présenté à l'E.N.S.G. 41p+Annexes.
- HAMANI S., 1996 : Appui dans la mise en place et la conduite de l'étude relative à la " gestion durable des formations forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien " (à l'aide de la télédétection aérospatiale). 14p.
- HEMMING C.F., 1965 : Vegetation arcs in Somaliland. Journal of Ecology, 53 : 57-67.
- HIERNAUX P. 1995 : Brousses tigrées, caractéristiques et formes de dégradation. Note ronéo.
- HIERNAUX P. 1996. Does patchiness increase vegetation productivity, biodiversity and stability? The case of the "brousse tigrée" in the sahel. Banded vegetation patterning in arid and semi-arid environment: ecological processes and consequences for management. Inter. Symposium, Paris, 2-5 April 1996, 13p
- HOOCH. J. 1971 : Les savanes Guyanaises : Koron, Essai de phytoécologie numérique, Mémoire ORSTOM. 251p.
- HOPKINS C. 1992 : Remeasurement of the 1982-83 test cut at the Guesselbodi forest. Rapport pour le Projet energie II, volet Offre, Niamey, Niger, 36p.
- HUTCHINSON J. et DALZIEL J. M.; 1954, 1958, 1963, 1972 : Flora of west tropical africa. Crown agents for oversea governments and administrations. milbank, London, 2nd edition, 3 vol : 828p., 544p., 574p.
- ICHAOU A. ; 1995 : Etude de la productivité des formations forestières de brousse tigrée et brousse diffuse : conséquences pour la gestion et la régénération de ces formations. Mémoire Ing. E et F ORSTOM-IPR. de Katibougou Mali. 161p+annexes.
- ICHAOU A. 1993 : Synthèse bibliographique des inventaires de ressources ligneuses réalisés dans les terroirs agricoles de la zone de SDAN. Rapport de stage I.P.R. Katibougou, Mali. 56p
- ICHAOU A. & d'Herbès J.M. 1996 : Productivité comparée des formations structurées et non structurées dans le Sahel nigérien : conséquences pour la gestion forestière. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens, (Actes de l'atelier inter. Niamey, 1995), 119-130.
- ICHAOU A., 1996 : Recherche écologique appliquée à l'aménagement des écosystèmes forestiers contractés des plateaux de l'ouest nigérien. ORSTOM/Energie II. 30p+annexes.
- ICHAOU A. & AMBOUTA J.M. ; 1996 : Utilisation durable des ressources forestières. Cas des formations forestières Contractées de l'Ouest nigérien. 12p.
- JACQUEMINET C. 1991 : Méthode pour un diagnostic du couvert végétal en milieu sahélien sur images SPOT, à l'aide d'un indicateur : la structure spatiale du couvert ligneux. Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales, Deuxième Journées de Télédétection, ed. M. Pouget. 281-329
- KARIMOU B. H. ; 1993 : Dynamique saisonnière de la strate ligneuse le long d'un gradient successional dans les jachères du sahel nigérien. (leur importance dans l'espace agro-sylvo-pastoral). Fac. d'Agro. Univ. A. Moumouni. Niamey 35p+annexes.
- KLEIN H. D. , 1981 : Contribution à l'estimation de la production en pâturage sahélien au Niger. Rev. Ele. méd. vet. Pays trop. 34, 2 : 211-220.
- LAMOTTE M. ; 1967 : Initiation aux méthodes statistiques en biologies. 2ème éd. Masson et Cie. 135p.
- LEBEL T. and al. ; 1992 : Rainfall estimation in the Sahel: the EPSAT-NIGER experiment. 23p.
- LEBRUN J.P. ; 1966 : Les formes biologiques dans les végétations tropicales in mém. Publiée par la société botanique de France : 164-175.
- LEBRUN J.P. et B. PEYRE DE FABREGUE ; 1967 : Plantes rares ou intéressantes de la république du Niger. Adansonia, ser. 2, 7(3) : 391-398.
- LEBRUN J.P.; 1975 : Quelques aires remarquables des phanérogames africaines des Zones sèches. in Boissiera-24 : 91-103p.
- LEPRUN J.C. 1976 : Rapport préliminaire de la mission pédologique dans le Gourma au Mali, novembre 1975. Report ACC-DGRST Lutte contre l'aridité, Paris. 46p
- LEPRUN J.C. 1978 : Compte rendu de fin d'études sur les sols et leur susceptibilité à l'érosion, les terres des cures salées, les formations de "brousse tigrée" dans le Gourma. Report ACC-DGRST Lutte contre l'aridité, Paris. 21p.
- LEPRUN J.C. 1992 : Etude de quelques brousses tigrées sahéliennes: structure, dynamique, écologie. L'aridité, une contrainte au développement, Editions de l'ORSTOM, Paris. 221-244
- LONG. G. ; 1974 : Diagnostic Phyto-Ecologique et Aménagement du Territoire. Collection d'écologie. 47-58.
- LUDWIG J.A. & Marsden S.G. Stripes, strands or stipples: modelling the influence of three banding patterns on resource capture and productivity in semi-arid woodlands, Australia. In Banded vegetation patterning in arid and semi-arid environment. Ecological processes and consequences for management. Intern. Symposium, Bondy, 2-6 apr. 1996. 24p

- LUDWIG J.A. & Tongway, D.J. Spatial organisation of landscapes and its function in semi-arid woodlands, Australia. *Landscape Ecology*, 9 (4). (sous presse).
- M.GROUZIS, M. Maldague, Mohamed Skouri et I.Albassadjé Touré; 1989 : Eléments de stratégie pour le développement Agro-Sylvo-Pastoral au Sahel. F.A.P.I.S. 117p.
- MAC FAYDEN W.A. 1950 a : Vegetation patterns in British Somalilands. *Nature*, 165 : 121p.
- MAC FAYDEN W.A. 1950 b : Vegetation patterns in the semi desert plains of British Somalilands. *Geographic Journal*, 36, 113p.
- MAHAMANE A. ; 1996 : Typologie et dynamique des peuplements arborés du bas glacis de Bondoukuy, ouest du Burkina Faso. Mémoire D.E.A., Fac. Sc. Univ. de Ouagadougou B.F, 103p
- MAHAMANE A. 1993 : Contribution à l'étude de la régénération des populations ligneuses en zone soudano-sahélienne : cas de deux types de formation végétale dans le bassin versant de Bidi (Burkina Faso). Mémoire DSPU, ENGREF-IAMM-CIHEAM, Montpellier, France. 130p
- MAHAMANE E.H.L. & Montagne, P.1996 : Les grands axes stratégiques du Projet Energie II-Volet Offre pour une gestion rationnelle des écosystèmes contractés péri-urbains.Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens, (Actes de l'atelier inter. Niamey, 1995).17p
- MAIGA H.et B. MAIGA. ; 1991 : Etude synthétisée des travaux d'inventaire réalisés au Mali rapport entre la production ligneuse et la pluviométrie Mé.d'ing. des Sciences appl.de l'I.P.R. de Katibougou 67p+annexes.
- MALAM SULLY A. et DJIBO H.;1990 : Dépouillement de l' inventaire des ressources ligneuses du Massif de Diakindi.15p+annexes.
- MAMOUDOU A. 1994 : Topographie du grand transect de brousse tigrée. Mémoire, DGC3, LEP Issa Béri, Niamey.42p.
- MAUCHAMP A. 1992 : L'hétérogénéité spatiale, sa dynamique et ses implications dans une mosaïque de végétation en zone aride. Thèse Univ. de Montpellier II, France.67p.
- MERING C. 1988 : Use of SPOT satellite images for the inventory and follow-up of ligneous resources in the Sahel. In Pro 22th ERIM Symposium for Remote Sensing. Oct. 20-26, Abidjan, Ivory Coast., 235-249.
- MERING C. 1991 : Apport des méthodes de la morphologie mathématique à l'analyse thématique des images de télédétection.Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides et tropicales, Deuxièmes Journées de Télédétection, Bondy, 4-6 dec.1990. ed. M. Pouget 279p.
- MILLOGO-RASOLODIMBY J. ; 1995 : Aperçu Général sur l' Ecologie Végétale Appliquée.FAST, Uni.de Ouaga (BF) 45p+annexes.
- MINISTERE DE l' ENV. ET DU TOUR, 1994 : " Suivi de la productivité des formations naturelles dans la zone d'aménagement forestier de Nebielianayou "Burkina Faso. 21p+annexes.
- MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ENV. P.U.S.F. ; 1986 : Rapport des travaux réalisés par la section inventaire des ressources naturelles pendant la période 1er janvier 1984 au 31 decembre 1985. 119p.
- MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ENVIR.; 1995 : Bilan-Diagnostic et perspectives sur les politiques et stratégies environnementales. 57p.
- MONTANA C. 1992 : The colonization of bare areas in two-phase mosaics of an arid ecosystem. *Journal of Ecology*, 80 : 315-327.
- MONTANA C., Lopez-Portillo J. & Mauchamp A. 1990 : The response of two woody species to the conditions created by a shifting ecotone in an arid ecosystem. *Journal of Ecology*, 78 : 789-798.
- MORRISON C.G.T. et al. 1948 : Tropical soil-vegetation catenas and mosaic. A study in the South West part of anglo-egyptian Sudan. *Journal of Ecology*, 36 : 1-84.
- MOUGENOT B. et HAMANI S. ; 1997 : Les possibilités de classification des formations contractées à partir de la télédétection aérienne et satellitaire. Exemple dans l' ouest nigérien. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens.(actes de l'atelier inter. Niamey, 1995). 17p.
- MOUGENOT B., d'Iherbès J.M. & Ichaou A. 1996 : How do vegetated arcs move upwards in the Nigerien tiger bush. Banded vegetation patterning in arid and semi arid environment : ecological processes and consequences for management. International Symposium,Bondy, April 1996. 12p.
- MUSICK H.B. & Grover H.D. 1991 : Image textural analysis as indices of landscape pattern.Quantitative methods in landscape ecology : the analysis and interpretation of landscape heterogeneity, eds. M.G. Turner & R.H. Gardner, 77-103.
- NOUVELLET Y. et L. SAWAGOGO. ; 1995 : Recherches sur l'aménagement des formations naturelles dans la région du centre-ouest du Burkina Faso. 75p.
- ORR B. 1995 : Natural forest management in Sahelian ecosystems of southern Niger. *Journal of Arid Environments*, 30 : 129-142.

- PADONOU M. & Sow, N. 1996 : Analyse de l'évolution du couvert végétal dans la zone du Liptako burkinabé. Fonctionnement et gestion des écosystèmes contractés sahéliens. (Actes de l'atelier inter. Niamey, 1995) 36p.
- PARENT S. ; 1991 : Dictionnaire des sciences de l'environnement, terminologie bilingue français-anglais. Ed. HATIER RAGEOT. 748p.
- PARKAN J. ; 1972 : Ecologie Forestière. I.P.R. de Katibougou. 203p.
- PELTIER R. ; 1989 : Un essai Sylvo-Pastoral au nord Cameroun. Inst. R. Agro. /Centre de rech. fores. Maroua, Cameroun. 41p.
- PELTIER R. ; 1994 : Aménagement Villageois du massif de brousse tachetée de Tientiergou. Méthodes utilisées pour assurer une gestion durable avec participation des populations riveraines et proposition pour une extension aux formations naturelles du sud du Niger. SEED-CTPT- Projet Energie II- Energie Domestique. 45p.
- PELTIER R., Lawali A.M. & Montagne P. 1994 : Aménagement villageois des brousses tachetées au Niger. Bois et Forêts des Tropiques, 242 : 59-76 & 243 : 5-24.
- POUPON H. ; 1980 : Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au Nord du Sénégal. Doc. ORSTOM. 351p.
- PROJET ENERGIE II-Energie domestique-Volet Offre, Niger. 1991 : Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de la ville de Niamey, 203p.
- PUIG H., BRIERA et J.-P. LESCURE, 1990. Phytomasse et productivité, : Bois et Forêts des Tropiques 31: 25-31.
- RAUNET M. 1985 : Etude de la brousse tigrée et de sa dynamique "hydro-phyto-pédologique". Recherches d'applications 16p.
- SAADOU M. ; 1993 : les forêts sèches basses des plateaux latéritiques situées à l'est du fleuve en secteur phytogéographique Nord-soudanien. Bulletin africain de l'inst. oikov. n°5 : 31-41
- SAADOU M. ; 1994 : les poacées soudano-zambésiennes des milieux terrestres nigériens : étude écomorphologique et rôle dans la flore sahélienne. Annales de l'Uni.nat. de la Côte d'Ivoire, tome XXVI- B (Sciences Biologiques) de 1994-95 : 222-236
- SAADOU M. ; 1997 : Méthodes d'étude de la végétation : résumé de cours donné en DEA. à l'Université de Ouagadougou Burkina Faso. 48p.
- SAADOU M. 1997 : Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de la République du Niger quelques observations sur la végétation sahélienne des plateaux latéritiques de l'ouest de la République du Niger. Annales de l'Univ. A. Moumouni, Niamey .Tome V ; 17-36.
- SAADOU M. et G. MOUNKAILA, 1994 : Estimation des volumes de bois disponibles des peuplements ligneux des écosystèmes naturels et des agrosystèmes du Département de Tillabéry entre les latitudes de 12°45 'N et 14°30 'N. 132p.
- SAWADOGO L. 1996 : Evaluation des potentialités pastorales d'une forêt nord-soudanienne du Burkina Faso (cas de la forêt classée de Tiogo). Th. Doct. 3ème. cycle Uni. de Ouaga. 125p.
- SCHNELL R. ; 1971 : Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux : les milieux et les groupements végétaux. GAUTHIER-VILLARS. 951p.
- SCHNELL R. ; 1976 : Flore et végétation de l'Afrique tropicale. GAUTHIER-VILLARS : 261-283.
- SERPANTIE G., Tezenas du Montcel L., Valentin C. 1992 : La dynamique des états de surface d'un territoire agro-pastoral Séminaire Régional sur l'Aménagement des Forêts Naturelles. 189p+annexes.
- SERVICE ECOLOGIE ENV. Secrétariat Exécutif CILSS. Ouaga. B. F. 1988 : Rapport final, 313p.
- STAFFORD SMITH D.M. & Pickup G. 1990 : Pattern and production in arid lands. Proc. Ecol. Soc. Aust., 16 : 195-200.
- SYLLA M.L. 1991 : Cours de Dendrométrie à l'usage d'Élèves ingénieurs de l'I.P.R. de Katibougou Mali 68p.
- SYLLA. M. L. ; 1991 : Session de recyclage /formation continue en inventaire forestier. pour Ingénieurs. 36p+annexes.
- SYSAME. ; 1991 : Faciès Agricoles. Site "Est -Ouallam " Tillabéry, Tera et Bonkougou. Notices explicatives . 40 p.
- TAITA P. 1997 : Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de la réserve de la biosphère de la mare aux hippopotames (Bala, ouest du Burkina Faso) Th. Doct. du 3é. cycle 125p+annexes
- THIERY J.M. 1994 : Les applications de °VOYONS° pour des recherches en pays tropicaux. Proc. 2nd Colloque Africain : pratiques. Projet de recherche Irat/Cirad. Ronéo.
- THIERY J.M., d'Herbès J.M. & Valentin C. 1995 : Un modèle simulant la genèse des bandes de végétation au Niger. 12p.
- THIERY J.M., d'Herbès J.M. & Valentin C. 1996 : Un modèle simplifié de gestion des écosystèmes forestiers contractés Journées hydrologiques de l'Orstom, Montpellier, 13-14 sept 1994. Editions de l'ORSTOM, Collection Colloques et Séminaires, Paris. 18p.
- TONGWAY D.J. & Ludwig J.A. 1994 : Small-scale resource heterogeneity in semi-arid landscapes. Pacific Conservation Springer-Verlag, Ecological Studies, 92, New-York. chap.16 : 327-333.

- TONGWAY D.J. 1990 : Soil and landscape processes in the restoration of rangelands. *Australian Rangeland Journal*, 34 : 12-29
- TONGWAY D.J. 1991 : Functional analysis of degraded rangeland as a means of defining appropriate restoration techniques. 36p.
- TOUTAIN B. & De Wispelaere G. 1979 : Etude de l'évolution des paysages pastoraux du nord de la Haute-Volta, soudano-sahélien. Conséquences et propositions. *L'Aridité, une contrainte au développement*, eds. E. Editions de l' ORSTOM, Paris. 419-447.
- TROCHAIN J-L. ; 1970 : Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire francophone d'après la trilogie : climat, flore et végétation. *C. R. Séances Soc. Biogéogr.* n°395 : 139-157.
- TROCHAIN J. L. ; 1957 : Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l' Afrique Tropicale. *Bull. Inst. Etudes centrafr.* 13 : 55-94.
- TROCHAIN J. L. ; 1980 : Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique. 468p.
- VALENTIN C. & d'Herbès J.M. (sous presse) : The Nigerien tiger bush as a natural water harvesting system.
- von MAYDELL H.J. ; 1983 : Arbres et arbustes du Sahel, leurs caractéristiques et leurs utilisations GTZ. 531P.
- WARREN A. 1973 : Some vegetation patterns in the Republic of the Sudan - a discussion. *Geoderma*, 9 : 75-78.
- WHITE F. ; 1986 : La végétation de l' Afrique. ORSTOM UNESCO. 384p+carte.
- WHITE F.; 1983 : The vegetation of Africa. A description memoir to accompany the UNESCO/AEFTFAT/UNSO vegetation map. 32p.
- WHITE L.B., 1970 : Brousse tigrée patterns in southern Niger. *Journal Ecol.* 58 : 549-553.
- WHITE L.P. 1969 : Vegetation arcs in Jordan. *Journal of Ecology*, 57: 461-464.
- WHITE L.P. 1971 : Vegetation stripes on sheet wash surfaces. *Journal of Ecology*, 59 : 615-622.
- WORRAL G.A. 1959 : The butana grass patterns. *Journal of Soil Science*, 10(1): 34-61.
- WORRAL G.A. 1960 : Patchiness in vegetation in the Northern Sudan. *Journal of Ecology*, 48: 107-117p.
- WORRAL G.A. 1960 : Tree patterns in the Sudan. *Journal of Soil Science*, 11(1): 63-71.

FICHE DE COMPTAGE DES TIGES

Date : _____

Placette n° _____

Plateau de : _____

Structure :

Indice recouvrement herbacé : Faible Moyen Dense

Erosion : Faible Moyenne Forte

Pente : _____

Etat du sol : _____

Feuille n° : _____

Observations diverses :

Reférence du carré :	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10
----------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

[illegible]

Annexe n° 1

Annexe n° 2



Annexe n° 3

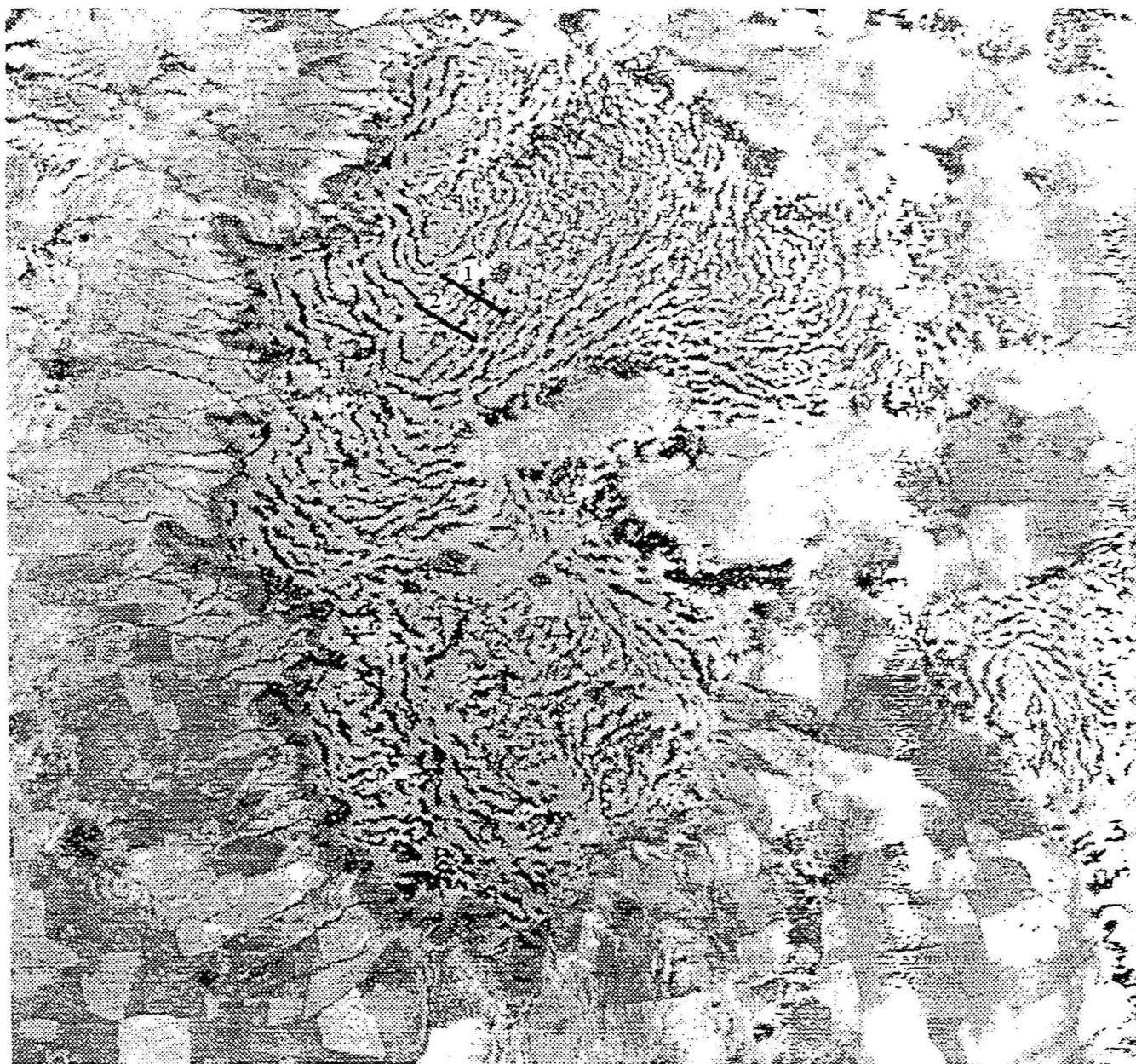
SITE DE DOROBOBO : "BROUSSE TIGREE TYPIQUE"



SOURCES : photo n°9 bande6. mission 1992, DA-DG/IGNN-JICA, Echelle : 1/60.000

Annexe n° 4

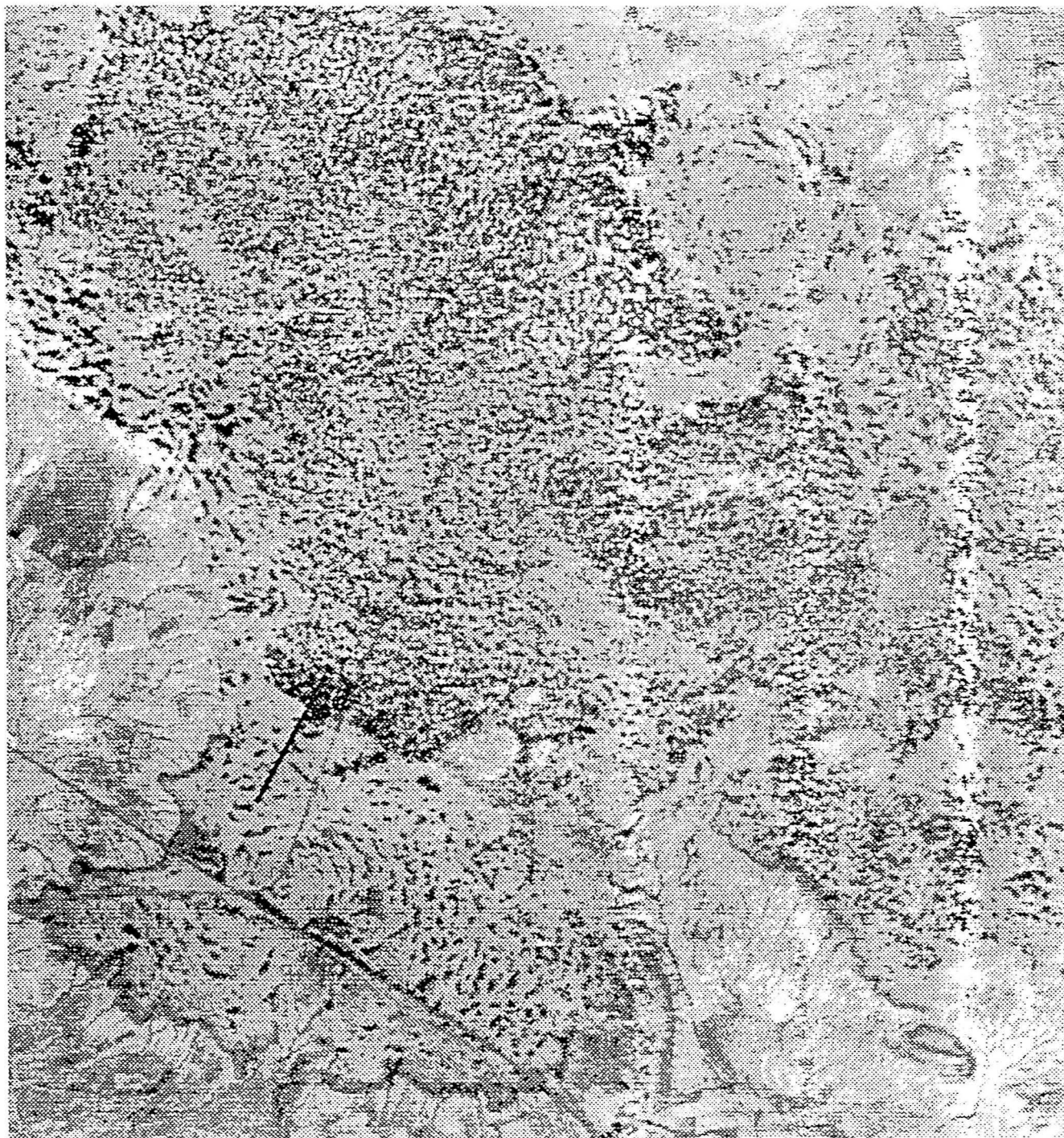
SITE DE BANIZOUMBOU : "BROUSSE TIGREE TYPIQUE"



SOURCES : extrait de la photo n°7 bande 11, mission 1992 DA-DG/IGNN-JICA. Echelle : 1/60.000

Annexe n° 5

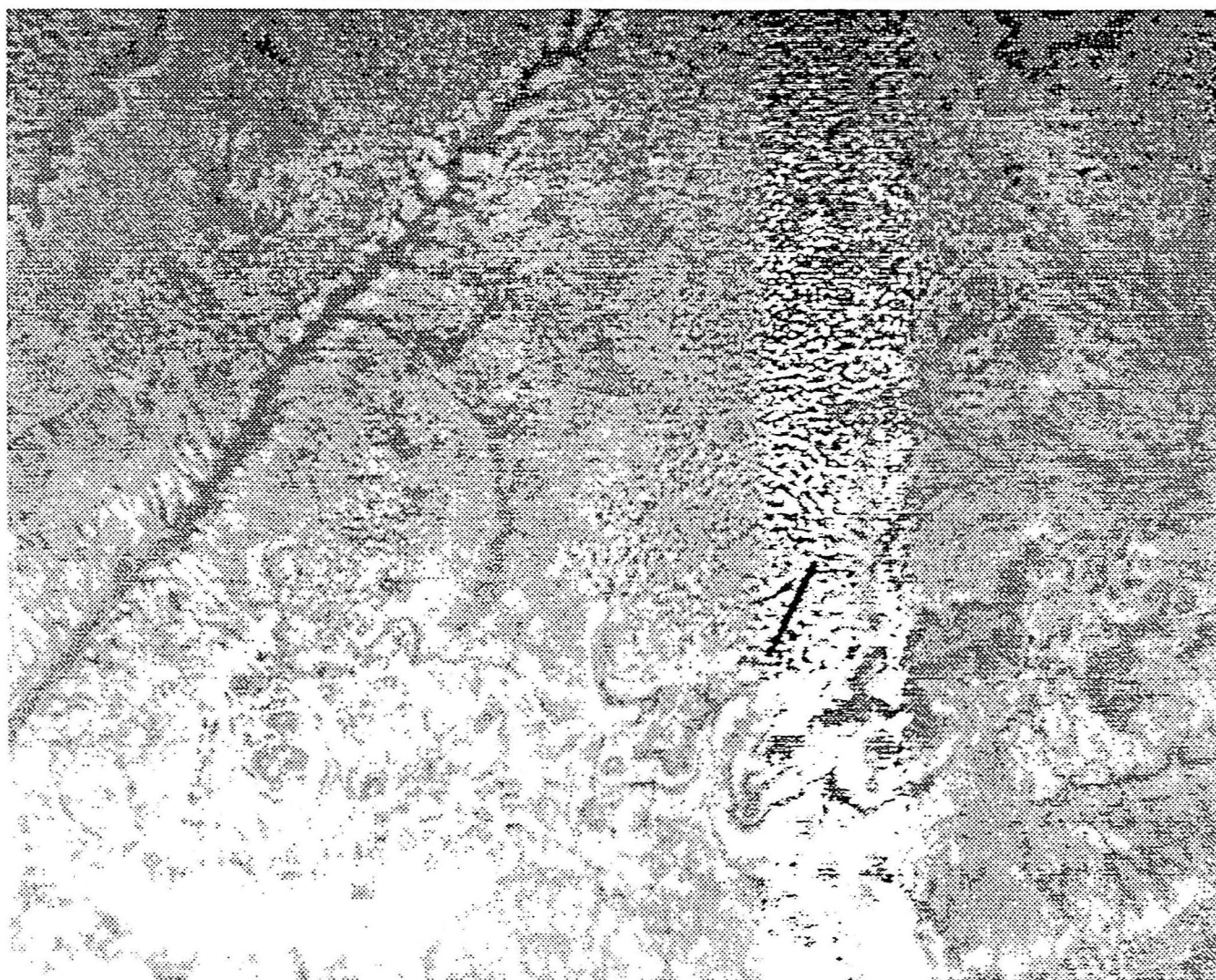
SITE DE KOURE : "BROUSSE PERSILLEE"



SOURCES : photo n°5 bande 13. mission 1992 DA-DG/IGNN-JICA. Echelle : 1/60.000

Annexe n° 6

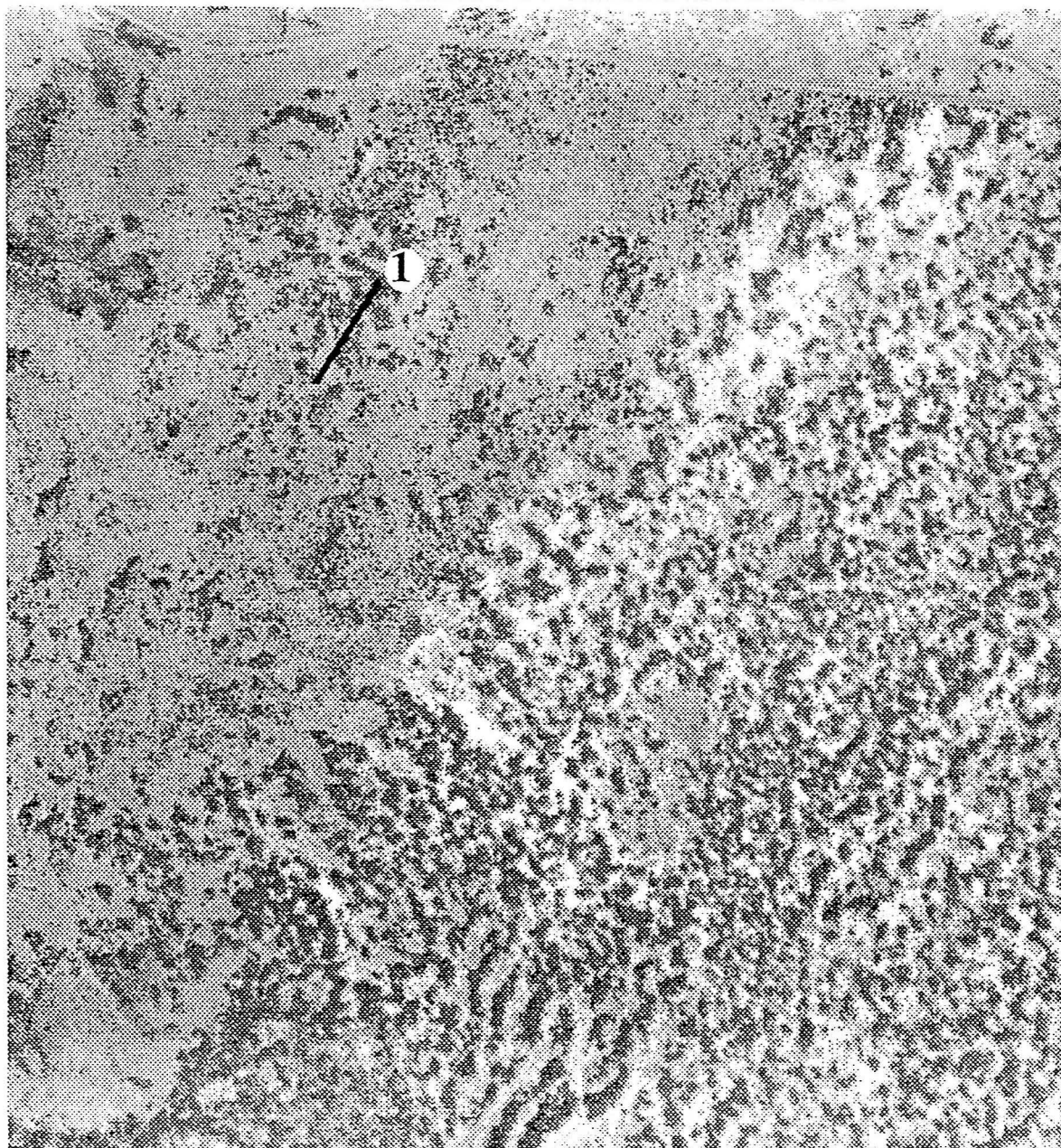
SITE DE KIRTACHI : "BROUSSE PERSILLEE"



SOURCES : photo n°4153, mission 1975 NIG 40. Echelle : 1/60.000

Annexe n° 7

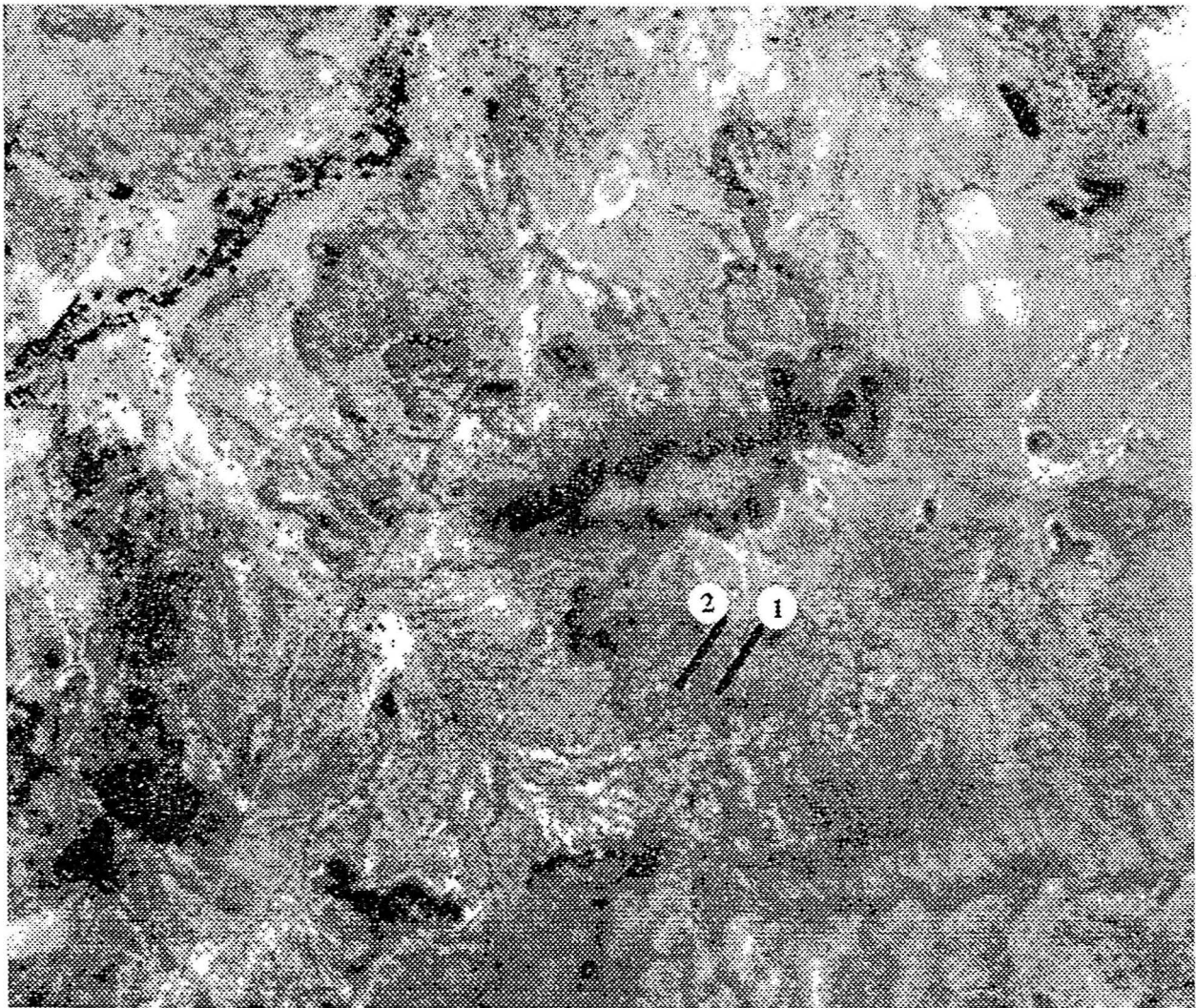
SITE DE TIENTIERGOU : "BROUSSE DIFFUSE"



SOURCES : photo n°1803, mission de février 1991, IGB 91109-Energie II, Echelle : 1/60.000

Annexe n° 8

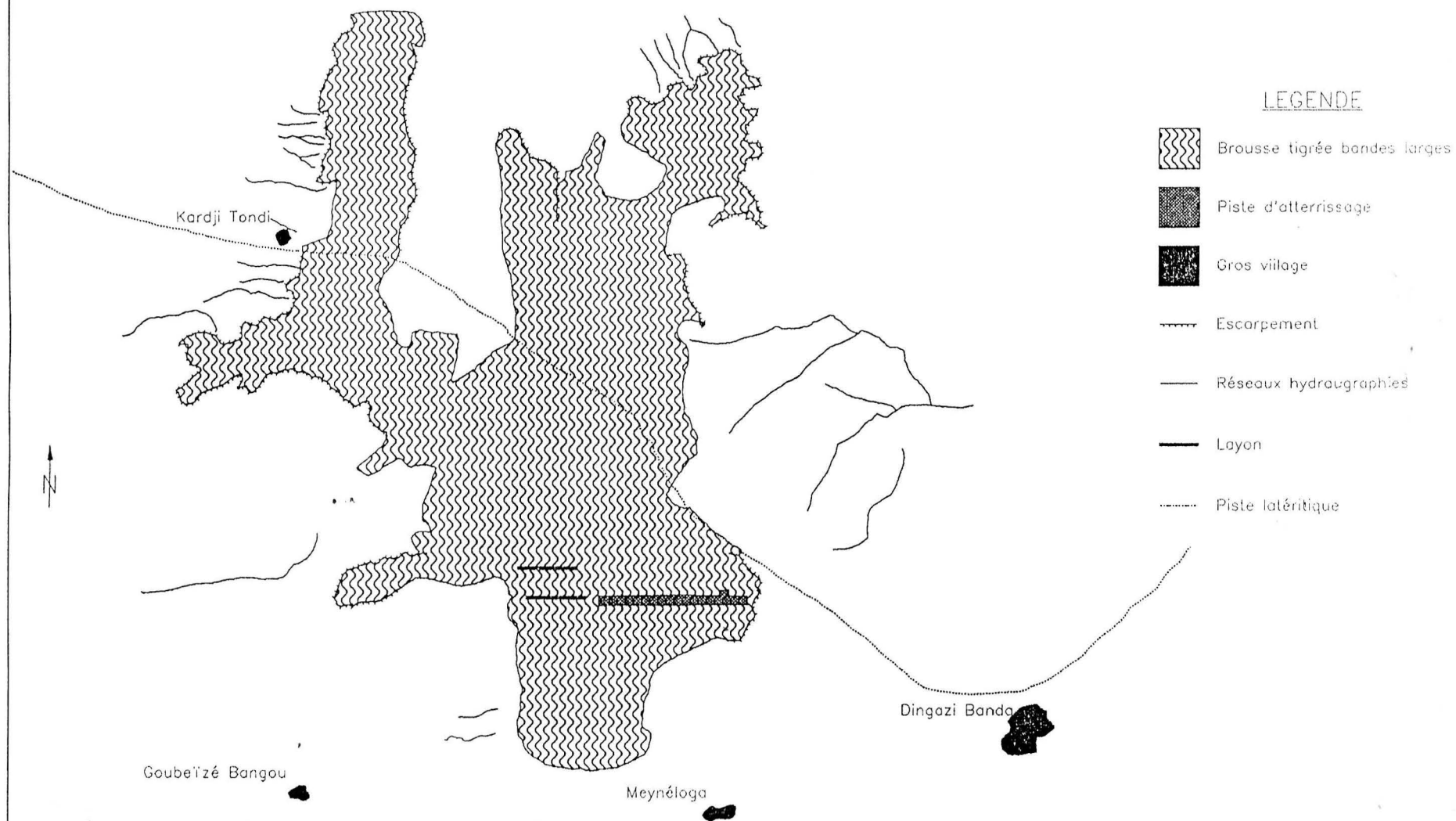
SITE DE MOSSIPAGA : "BROUSSE DIFFUSE"



SOURCES : photo 4915, mission 1975 NIG40, Echelle : 1/60.000

SITE DE DINGAZI BANDA - BROUSSE TIGREE BANDES LARGES (ZONE OUALLAM)

Annexe n° 9



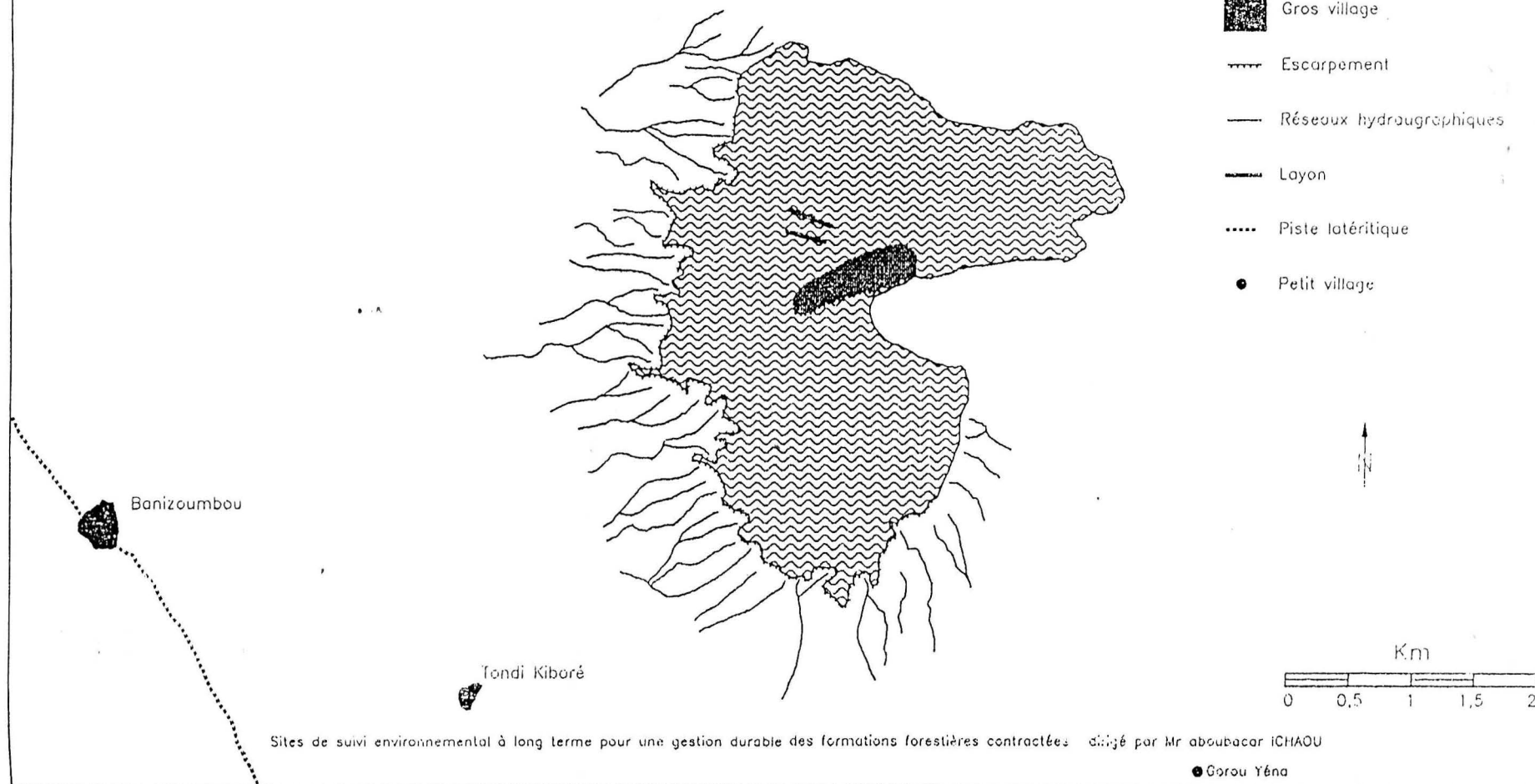
SITE DE DOROBOBO - BROUSSE TIGREE TYPIQUE (ZONE FILINGUE)



SITE DE BANIZOUMBOU - BROUSSE TIGREE TYPIQUE (ZONE KOLLO)

LEGENDE

-  Plateau de Banizoumbou
-  Terrain rocheux
-  Gros village
-  Escarpement
-  Réseaux hydrographiques
-  Layon
-  Piste latéritique
-  Petit village



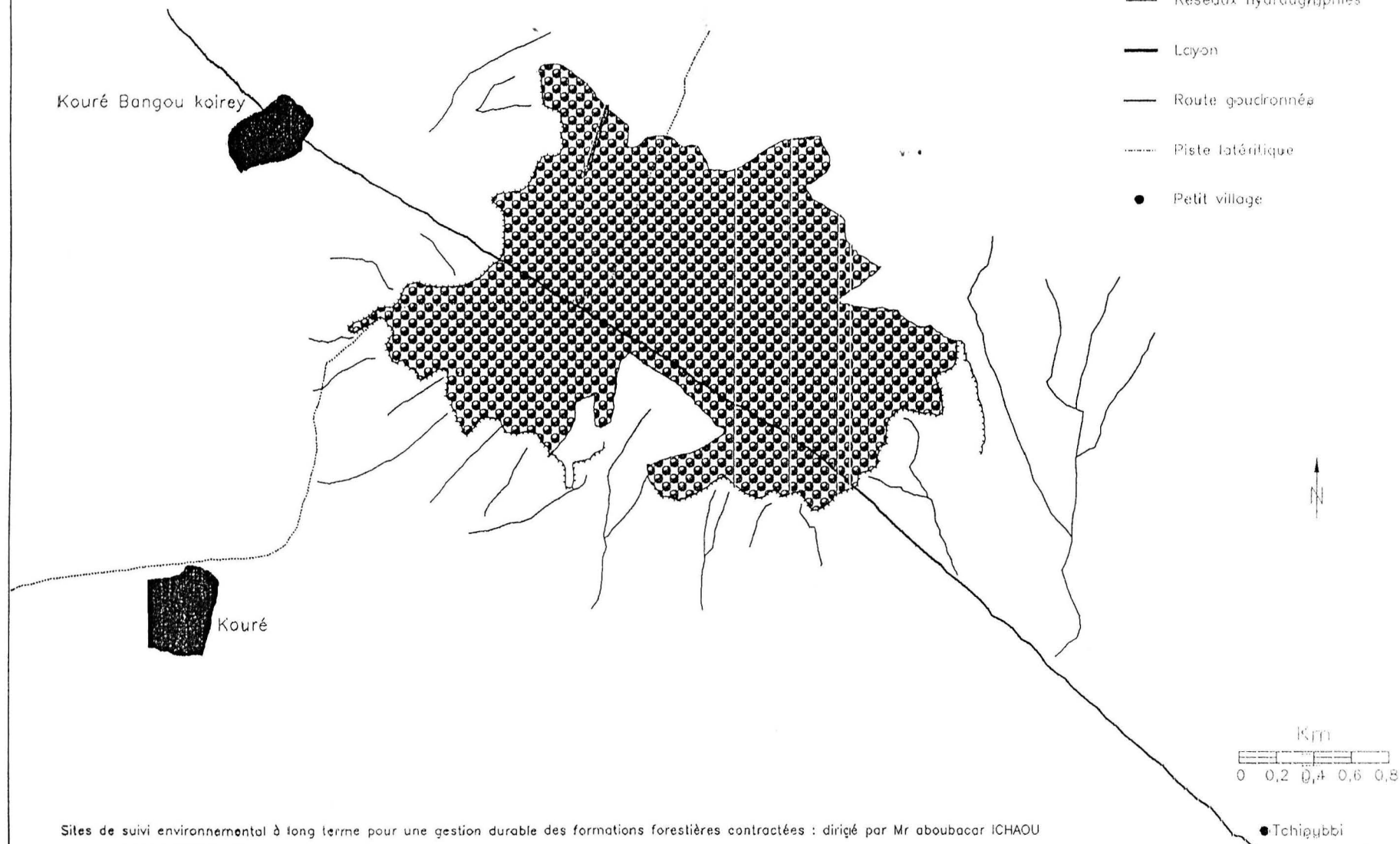
Sites de suivi environnemental à long terme pour une gestion durable des formations forestières contractées dirigé par Mr aboubacar ICHAOU

● Gorou Yéna

SITE DE KOURE - BROUSSE PERSILLEE (ZONE KOURE)

LEGENDE

-  Brousse persillée (diffuse)
-  Village administratif
-  Escarpement
-  Réseaux hydrographiques
-  Lignon
-  Route goudronnée
-  Piste latéritique
-  Petit village



SITE DE KIRTACHI - BROUSSE PERSILLEE (ZONE KOLLO)

LEGENDE

-  Plateau de Babangata
-  Village
-  Escarpement
-  Réseaux hydrographiques
-  Layon N°1
-  Piste



SITE DE TIENTIERGOU - BROUSSE DIFFUSE (ZONE SAY)

LEGENDE

-  plateau de tientiergou
-  Village
-  Réseaux hydrographiques
-  Piste latéritique
-  Piste rurale
-  Layon N°1
-  Mare de tientiergou

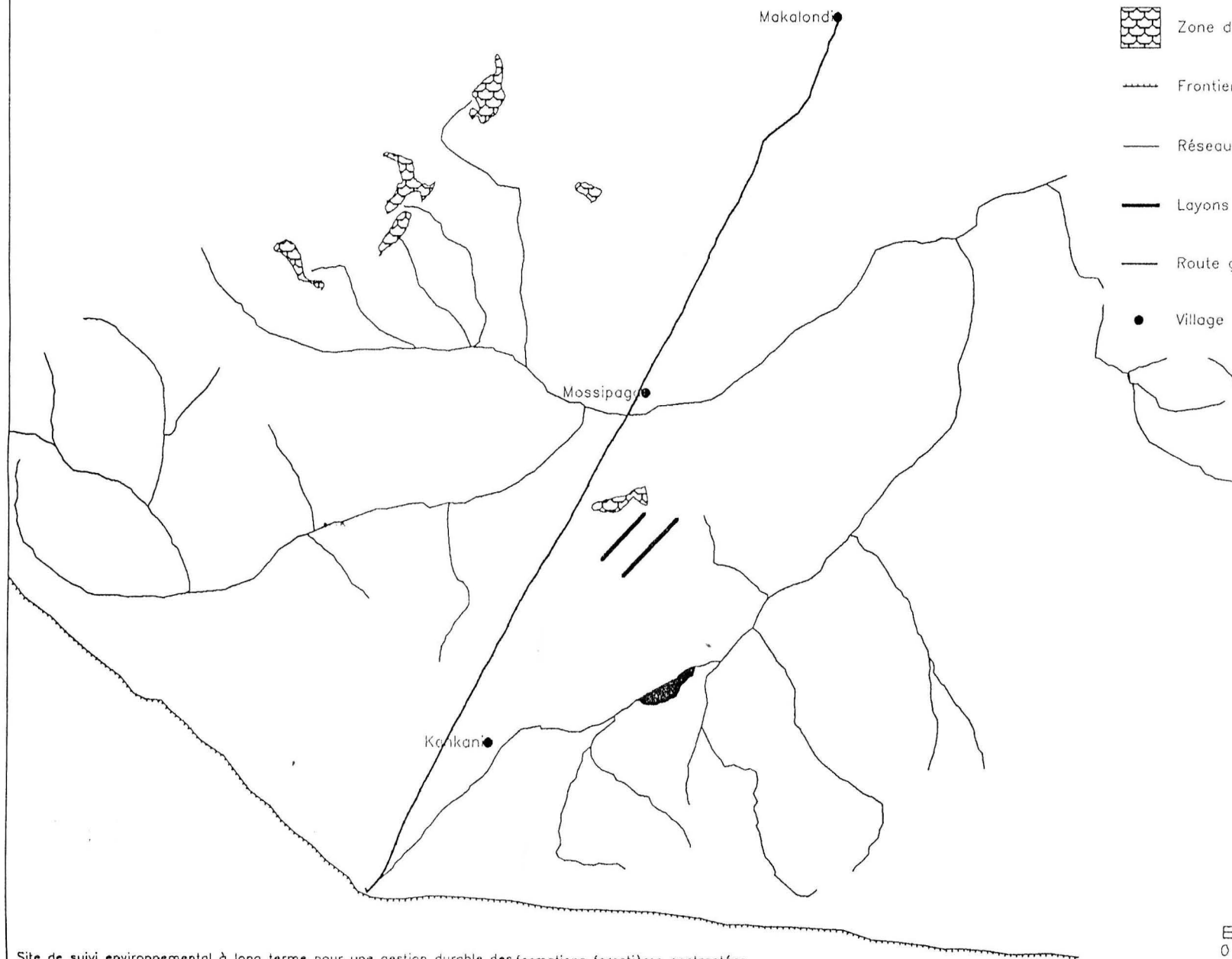


Sites de suivi environnemental à long terme pour une gestion durable des formations forestières contractées : dirigé par Mr aboubacar ICHAOU.

SITE DE MOSSIPAGA - BROUSSE DIFFUSE (ZONE MAKALONDI)

LEGENDE

-  Mare
-  Zone de Mossipaga
-  Frontiere
-  Réseaux hydrographiques
-  Layons
-  Route goudronnée
-  Village



Liste n°1 Espèces ligneuses inventoriées
dans le faciès de Brousse tigrée structurée

			Type	Chorologie.		
			Biol.	Monde	Afrique	
<u>Anacardiacees</u>	Lannea acida	A. Rich.	mp	A	GC	SZ
	Sclerocarya birrea	(A. Rich.) Hochst.	mP	A	SZ	
<u>Burseracees</u>	Commiphora africana	(A. Rich.) Engel. in DC.	mp	A	SZ	
<u>Caesalpiniacees</u>	Bauhinia rufescens	Lam.	mp	A	SZ	
	Cassia sieberiana	DC.	np	A	GC	SZ
	Piliostigma reticulatum	(DC.) Hochst.	mp	A	SZ	
<u>Capparidacees</u>	Boscia angustifolia	Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ SS
	Boscia senegalensis	(Pers.) Lam. ex Poir.	mp	A	SZ	SS
	Maerua angolensis	DC.	mp	A	SZ	
<u>Combretacees</u>	Combretum glutinosum	Perr. ex DC.	mp	A	GC	SZ
	Combretum micranthum	G.	mp	A	GC	SZ
	Combretum nigricans	Lepr. ex Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ
	Guiera senegalensis	J.F. Gmel.	mp	A	SZ	
<u>Euphorbiacees</u>	Croton zambesicus	Müll. Arg.	mp	A	GC	SZ
<u>Mimosacees</u>	Acacia ataxacantha	DC.	mp	A	SZ	
	Acacia macrostachya	Reichenb. ex Benth.	mp	A	SZ	
	Acacia nilotica	(L.) Willd. ex Del.	mp	A	SZ	
	Acacia pennata	(Linn.) Wild	np	A	SZ	SS
<u>Rhamnacees</u>	Ziziphus mauritiana	Lam.	mp	A	SZ	
<u>Rubiacees</u>	Gardenia sokotensis	Hutch. Kew Bull.	np	A	SZ	
<u>Tiliacees</u>	Grewia flavescens	Juss.	mp	Pal	SZ	
<u>Balanitacees</u>	Balanites aegyptiaca	(L) Del.	mp	A	GC	SZ

Liste n°2 Espèces ligneuses inventoriées
dans le faciès de Brousse tigrée persillée

			TYPE BIOL.	CHOROLOGIE		
				Monde	Afrique	
<u>Anacardiacees</u>	Lannea acida	A.Rich.	mp	A	GC	SZ
	Sclerocarya birrea	(A. Rich.) Hochst.	mP	A	SZ	
<u>Apocynacees</u>	Strophanthus sarmentosus	DC.	mp	A	GC	SZ
<u>Asclepiadacees</u>	Leptadenia pyrotechnica	(Forsk.) Decne.	np	Pal	SZ	
<u>Bombacacees</u>	Adansonia digitata	L.	mP	A	GC	SZ
<u>Burseracees</u>	Commiphora africana	(A.Rich.) Engel. in DC.	mp	A	SZ	
<u>Caesalpiniacees</u>	Cassia sieberiana	DC.	np	A	GC	SZ
	Piliostigma reticulatum	(DC.) Hochst.	mp	A	SZ	
	Bauhinia rufescens	Lam.	mp	A	SZ	
<u>Capparidacees</u>	Maerua angolensis	DC.	mp	A	SZ	
	Boscia angustifolia	Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ SS
	Boscia senegalensis	(Pers.) Lam. ex Poir.	mp	A	SZ	SS
<u>Combretacees</u>	Combretum glutinosum	Perr. ex DC.	mp	A	GC	SZ
	Combretum micranthum	G.	mp	A	GC	SZ
	Combretum nigricans	Lepr. ex Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ
	Guiera senegalensis	J.F. Gmel.	mp	A	SZ	
<u>Ebenacees</u>	Diospyros mespiliformis	Hochst. ex A. DC.	mp	A	GC	SZ
<u>Euphorbiacees</u>	Croton zambesicus	Müll. Arg.	mp	A	GC	SZ
<u>Mimosacees</u>	Dichrostachys cinerea	(L.) Wight et Arn.	np	A	GC	SZ
	Acacia ataxacantha	DC.	mp	A	SZ	
	Acacia macrostachya	Reichenb. ex Benth.	mp	A	SZ	
	Acacia nilotica	(L.) Willd. ex Del.	mp	A	SZ	
<u>Olacacees</u>	Ximenia americana	L.	mp	Pant	GC	SZ
<u>Rhamnacees</u>	Ziziphus mauritiana	Lam.	mp	A	SZ	
<u>Rubiacees</u>	Gardenia sokotensis	Hutch. Kew Bull.	np	A	SZ	
<u>Tiliacees</u>	Grewia flavescens	Juss.	mp	Pal	SZ	
<u>Balanitacees</u>	Balanites aegyptiaca	(L.) Del.	mp	A	SZ	SS

Liste n°3 Espèces ligneuses inventoriées dans le faciès de Brousse diffuse			TYPE BIOL.	CHOROLOGIE Monde	Afrique
<u>Anacardiacees</u>	<i>Lannea acida</i>	A. Rich.	mp	A	GC SZ
	<i>Sclerocarya birrea</i>	(A. Rich.) Hochst.	mp	A	SZ
<u>Apocynacees</u>	<i>Strophanthus sarmentosus</i>	DC.	mp	A	GC SZ
<u>Asclepiadacees</u>	<i>Leptadenia hastata</i>	(Pers.) Decne. in DC.	mp	A	SZ
<u>Bombacacees</u>	<i>Adansonia digitata</i>	L.	mp	A	GC SZ
	<i>Bombax costatum</i>	Pellegr. et Vuillet.	mp	A	GC SZ
<u>Burseracees</u>	<i>Commiphora africana</i>	(A. Rich.) Engel. in DC.	mp	A	SZ
<u>Caesalpiniacees</u>	<i>Bauhinia rufescens</i>	Lam.	mp	A	SZ
	<i>Cassia sieberiana</i>	DC.	np	A	GC SZ
	<i>Cordyla pinnata</i>	(Lepr. ex A. Rich.)	mp	A	SZ
	<i>Detarium microcarpum</i>	Guill. et Perr.	mp	A	SZ
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	(DC.) Hochst.	mp	A	SZ
<u>Capparidacees</u>	<i>Boscia angustifolia</i>	Guill. et Perr.	mp	A	GC SZ SS
	<i>Boscia senegalensis</i>	(Pers.) Lam. ex Poir.	mp	A	SZ SS
	<i>Capparis corymbosa</i>	Lam.	mp	A	SZ
	<i>Maerua angolensis</i>	DC.	mp	A	SZ
<u>Combretacees</u>	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	(DC.) Guill. et Perr.	mp	A	GC SZ
	<i>Combretum aculeatum</i>	Vent.	np	A	SZ
	<i>Combretum glutinosum</i>	Perr. ex DC.	mp	A	GC SZ
	<i>Combretum micranthum</i>	G.	mp	A	GC SZ
	<i>Combretum nigricans</i>	Lepr. ex Guill. et Perr.	mp	A	GC SZ
	<i>Guiera senegalensis</i>	J.F. Gmel.	mp	A	SZ
	<i>Terminalia avicennioides</i>	Guill. et Perr.	mp	A	GC SZ
	<i>Terminalia macroptera</i>	Guill. et Perr.	mp	A	GC SZ
	<i>Croton zambesicus</i>	Müll. Arg.	mp	A	GC SZ
<u>Euphorbiacees</u>	<i>Acacia ataxacantha</i>	DC.	mp	A	SZ
	<i>Acacia macrostachya</i>	Reichenb. ex Benth.	mp	A	SZ
	<i>Acacia nilotica</i>	(L.) Willd. ex Del.	mp	A	SZ
	<i>Acacia pennata</i>	(Linn.) Wild	np	A	SZ SS
	<i>Acacia senegal</i>	(L.) Willd.	mp	A	SZ
	<i>Acacia sieberiana</i>	DC.	mp	A	SZ
	<i>Dichrostachys cinerea</i>	(L.) Wight et Arn.	np	A	GC SZ
	<i>Entada sudanica</i>	Schweinf.	mp	A	SZ
	<i>Prosopis africana</i>	(Guill. et Perr.)	mp	A	SZ
<u>Moracees</u>	<i>Ficus polita</i>	Vahl.	mp	A	SZ
<u>Olacacees</u>	<i>Ximenia americana</i>	L.	mp	Pant	GC SZ
<u>Rhamnacees</u>	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Lam.	mp	A	SZ
<u>Rubiacees</u>	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	(Afzel. ex G. Don)	mp	A	SZ
	<i>Feretia apodanthera</i>	Del.	mp	A	SZ
	<i>Gardenia sokotensis</i>	Hutch. Kew Bull.	np	A	SZ
	<i>Mitragyna inermis</i>	(Willd.) O. Ktze,	mp	A	SZ
<u>Sapotacees</u>	<i>Manilkara multinervis</i>	(Bal.) Dubard,	mp	A	SZ
<u>Tiliacees</u>	<i>Grewia flavescens</i>	Juss.	mp	Pal	SZ
	<i>Grewia venusta</i>	Fresen.	mp	A	GC SZ
<u>Verbenacees</u>	<i>Vitex doniana</i>	Sweet, Hort.	mp	A	GC SZ
<u>Balanitacees</u>	<i>Balanites aegyptiaca</i>	(L) Del.	mp	A	SZ SS

Liste n°4 Espèces ligneuses des trois faciès de formations
forestières contractées de plateaux

TYP CHOROLOGIE
BIOL Monde Afrique

<u>Anacardiacees</u>	<i>Lannea acida</i>	A. Rich.	mp	A	GC	SZ
	<i>Sclerocarya birrea</i>	(A. Rich.) Hochst.	mp	A	SZ	
<u>Apocynacees</u>	<i>Strophanthus sarmentosus</i>	DC.	mp	A	GC	SZ
<u>Asclepiadacees</u>	<i>Leptadenia hastata</i>	(Pers.) Decne. in DC.	mp	A	SZ	
	<i>Leptadenia pyrotechnica</i>	(Forsk.) Decne.	np	Pal	SZ	
<u>Bombacacees</u>	<i>Adansonia digitata</i>	L.	mp	A	GC	SZ
	<i>Bombax costatum</i>	Pellegr. et Vuillet.	mp	A	GC	SZ
<u>Burseracees</u>	<i>Commiphora africana</i>	(A. Rich.) Engel. in DC.	mp	A	SZ	
<u>Caesalpiniacees</u>	<i>Bauhinia rufescens</i>	Lam.	mp	A	SZ	
	<i>Cassia sieberiana</i>	DC.	np	A	GC	SZ
	<i>Cordyla pinnata</i>	(Lepr. ex A. Rich.)	mp	A	SZ	
	<i>Detarium microcarpum</i>	Guill. et Perr.	mp	A	SZ	
	<i>Piliostigma reticulatum</i>	(DC.) Hochst.	mp	A	SZ	
<u>Capparidacees</u>	<i>Boscia angustifolia</i>	Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ SS
	<i>Boscia senegalensis</i>	(Pers.) Lam. ex Poir.	mp	A	SZ	SS
	<i>Capparis corymbosa</i>	Lam.	mp	A	SZ	
	<i>Maerua angolensis</i>	DC.	mp	A	SZ	
<u>Combretacees</u>	<i>Anogeissus leiocarpus</i>	(DC.) Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ
	<i>Combretum aculeatum</i>	Vent.	np	A	SZ	
	<i>Combretum glutinosum</i>	Perr. ex DC.	mp	A	GC	SZ
	<i>Combretum micranthum</i>	G.	mp	A	GC	SZ
	<i>Combretum nigricans</i>	Lepr. ex Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ
	<i>Guiera senegalensis</i>	J.F. Gmel.	mp	A	SZ	
	<i>Terminalia avicennioides</i>	Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ
	<i>Terminalia macroptera</i>	Guill. et Perr.	mp	A	GC	SZ
<u>Ebenacees</u>	<i>Diospyros mespiliformis</i>	Hochst. ex A. DC.	mp	A	GC	SZ
<u>Euphorbiacees</u>	<i>Croton zambesicus</i>	Müll. Arg.	mp	A	GC	SZ
<u>Mimosacees</u>	<i>Acacia ataxacantha</i>	DC.	mp	A	SZ	
	<i>Acacia machrostachya</i>	Reichenb. ex Benth.	mp	A	SZ	
	<i>Acacia nilotica</i>	(L.) Willd. ex Del.	mp	A	SZ	
	<i>Acacia pennata</i>	(Linn.) Wild	np	A	SZ	SS
	<i>Acacia senegal</i>	(L.) Willd.	mp	A	SZ	
	<i>Acacia sieberiana</i>	DC.	mp	A	SZ	
	<i>Dichrostachys cinerea</i>	(L.) Wight et Arn.	np	A	GC	SZ
	<i>Entada sudanica</i>	Schweinf.	mp	A	SZ	
	<i>Prosopis africana</i>	(Guill. et Perr.)	mp	A	SZ	
<u>Moracees</u>	<i>Ficus polita</i>	Vahl.	mp	A	SZ	
<u>Olacacees</u>	<i>Ximenia americana</i>	L.	mp	Pant	GC	SZ
<u>Rhamnacees</u>	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Lam.	mp	A	SZ	
<u>Rubiacees</u>	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	(Afzel. ex G. Don)	mp	A	SZ	
	<i>Feretia apodanthera</i>	Del.	mp	A	SZ	
	<i>Gardenia sokotensis</i>	Hutch. Kew Bull.	np	A	SZ	
	<i>Mitragyna inermis</i>	(Willd.) O. Ktze,	mp	A	SZ	
<u>Sapotacees</u>	<i>Manilkara multinervis</i>	(Bal.) Dubard,	mp	A	SZ	
<u>Tiliacees</u>	<i>Grewia flavescens</i>	Juss.	mp	Pal	SZ	
	<i>Grewia venusta</i>	Fresen.	mp	A	GC	SZ
<u>Verbenacees</u>	<i>Vitex doniana</i>	Sweet, Hort.	mp	A	GC	SZ
<u>Zygophyllacees</u>	<i>Balanites aegyptiaca</i>	(L) Del.	mp	A	SZ	SS

Liste n°5 Espèces herbacées du faciès Brousse Tigrée

TYPE CHOROLOGIE
BIOL Mondr Afrique

ANGIOSPERMES

<u>Acanthacées</u>	Blepharis linariifolia Blepharis maderaspatensis	H. Heine in Hutch. et Dalz., (L.) Heyne ex Roth.,	The A SZ The A GC SZ SS
<u>Alliacées</u>	Dipcadi tacazzeanum Urginea indica	(Hochst. ex. A. Rich) BaK. (Roxb.) Kunth,	Gb A SZ Gb Pal GC SZ
<u>Amaranthacées</u>	Achyranthes aspera Amaranthus graecizans Pandiaka heudelotii Pupalia lappacea	(L.) L., (Moq.) Hook. (L.) Juss.,	The A GC SZ SS The Cosm GC SZ SS The Pant GC SZ The Pal GC SZ
<u>Asclepiadacées</u>	Pergularia tomentosa	L.,	np A SZ SS
<u>Asteracées</u>	Vernonia pauciflora	(Willd.) Less.	The A SS
<u>Caesalpiniacées</u>	Cassia mimosoides Cassia nigricans Cassia tora	L., Sp. Pl., Vahl, L.,	The Pal GC SZ The Pal SZ The A SZ
<u>Capparidacées</u>	Gynandropsis gynandra	(L.) Briq.	The Pant GC SZ
<u>Caryophyllacées</u>	Polycarpaea linearifolia Polycarpaea eriantha	(DC.) DC., Hochst.ex Rich.	The A SZ The A SZ
<u>Commelinacées</u>	Commelina benghalensis Commelina erecta Commelina forskalaei Cyanotis lanata	L., L., Vahl., Benth.,	The AS GC SZ The Pant SZ The AS GC Ma The A GC SZ
<u>Convolvulacées</u>	Evolvulus alsinoides Ipomoea asarifolia Ipomoea coscinosperma Ipomoea heterotricha Ipomoea pileata Ipomoea vagans Merremia pinnata	(L.) L., (Descr.) Roem. et Schult., Hochst.ex Choisy in DC. F. Didr. Roxb. Bak. (Hochst) Hallier.	The Pant SZ CH Pant GC SZ The A SZ The A GC SZ The A GC SZ The A SZ The A GC SZ
<u>Cucurbitacées</u>	Citrullus lanatus Cucumis melo Cucumis prophetarum	(Thunb.) Matsumara et Nakai L., L.,	CH Pant GC SZ The Pant GC SZ The Pal SZ
<u>Cyperacées</u>	Bulbostylis barbata Bulbostylis coleotricha Cyperus amabilis Cyperus rotundus Fimbristylis hispidula	(Rottb.) C.B.Cl., (Hochst.) ex A. Rich, C.B. CL. Vahl., Enum., L., (Vahl.) Kunth.	The Pal GC SZ The A GC SZ The Pant GC SZ Gr Pant GC SZ The A GC SZ
<u>Euphorbiacées</u>	Acalypha ciliata Chrozophora brocchiana	Forsk. Vis.,	The AS GC SZ np A GC SZ
<u>Fabacées</u>	Alysicarpus ovalifolius Crotalaria macrocalyx Crotalaria pallida Indigofera dendroides Indigofera diphylla Indigofera prieuriana Indigofera tinctoria Sesbania pachycarpa Tephrosia bracteolata Tephrosia pedicellata Indigofera astragalina Zornia glochidiata	(Schum. et Thonn.) Benth., Hook. Ait., Hort. Jacq. Vent., Guill. et Perr., L., DC., emend. Guill. et Perr., G. et Perr. Bak., DC., Reichb.	The Pant GC SZ The A SZ The Pant GC SZ The A GC SZ The Pal SZ The A SZ np Pal GC SZ The A GC SZ SS The A SZ The A GC SZ The A SZ The A GC SZ

<u>Lamiacées</u>	Englerastrum gracillimum	Th. Fries	The	A	SZ	
<u>Malvacées</u>	Hibiscus asper	Hook.f	The	A	GC	SZ
	Sida alba	L.	CH	Pant	GC	SZ
	Sida cordifolia	L.	The	Pant	GC	SZ
	Sida ovata	Forsk.	CH	Pant	SZ	
<u>Molluginacées</u>	Mollugo nudicaulis	Lam.	The	Pal	GC	SZ
<u>Pedaliacées</u>	Sesamum alatum	Thonn.,	The	A	SZ	
<u>Graminées</u>	Eragrostis tremula	Hochst. ex Steud.	The	Pal	GC	SZ
	Pennisetum pedicellatum	Trin.	The	Pal	GC	SZ
	Schizachyrium exile	(Hochst.) Pilger, Engl.	The	A	GC	SZ
	Schoenefeldia gracilis	Kunth,	The	Pal	GC	SZ
	Andropogon gayanus	Kunth.,	Gb	A	SZ	
	Aristida longiflora	Schumach.	The	AS	SS	
	Aristida mutabilis	Trin et Rupr	The	Pal	SZ	
	Brachiaria distichophylla	(Trin.) Stapf.,	The	A	GC	SZ
	Brachiaria ramosa	(L.) Stapf.,	The	Pal	SZ	
	Cenchrus biflorus	Roxb.,	The	Pal	GC	SZ SS
	Chloris gayana	Kunth.,	Gb	A	SZ	
	Ctenium elegans	Kunth,	The	A	SZ	
	Dactyloctenium aegyptium	Beauv.,	The	Pal	GC	SZ
	Digitaria gayana	Stapf.	The	A	GC	SZ
	Digitaria horizontalis	Willd.	The	AM	GC	SZ
	Eragrostis pilosa	P. Beauv.	The	Cosm	GC	SZ SS
	Loudetia togoensis	(Pilger) Hubb.,	The	A	SS	
	Microchloa indica	(L.) Beauv.	The	Pant	GC	SZ
	Panicum laetum	Kunth,	Hf	A	SZ	SS
	Panicum nigerense	Hitchc.,	The	A	SZ	
	Panicum subalbidum	Kunth.,	Hf	A	GC	SZ
	Setaria pallide-fusca	Schumach. Stapf et Hubb.	The	Pal	GC	SZ
	Setaria sphacelata	(Schumach.)	The	A	GC	SZ
	Sporobolus festivus	Hochst.ex A. Rich.,	The	AM	SZ	
	Tripogon minimus	Hochst.	The	A	GC	SZ
<u>Portulacacées</u>	Portulaca grandiflora	Hook.	The	A	SS	
<u>Rubiacées</u>	Borreria filifolia	(S. et Th.) K. Schum.,	The	A	SZ	SS
	Borreria radiata	DC.,	The	A	GC	SZ
	Borreria scabra	(S. et Th.) K. Schum.,	The	A	GC	SZ
	Mitracarpus scaber	Zucc. in Schultes,	The	A	GC	SZ
<u>Sapindacées</u>	Cardiospermum halicacabum	L.,	The	Pant	GC	SZ
<u>Sterculiacées</u>	Waltheria indica	L.,	np	Pant	GC	SZ
<u>Tiliacées</u>	Triumfetta pentandra	A. Rich. in Guill. et Perr.,	The	A	GC	SZ
<u>Balanitacées</u>	Tribulus terrestris	L.,	The	Pal	GC	SZ
<u>BRYOPHYTES</u>						
<u>Bryacées</u>	Archidium tenellum	P. Vard.,	The	A	SZ	
	Fissidens desertorum	(C.Vard)	The	A	SZ	
<u>Marchantiacées</u>	Riccia trichocarpa	Howe.	CH	Cosm	SZ	

Liste n°6 Espèces herbacées du Faciès Brousse Persillée

ANGIOSPERMES

			TYPE		CHOROLOGIE			
			BIOL. Monde		Afrique			
<u>Acanthacées</u>	Justicia insularis	T.Anders.	The	A	GC	SZ		
	Blepharis maderaspatensis	(L.) Heyne ex Roth,	The	A	GC	SZ	SS	
<u>Alliacées</u>	Dipcadi tacazzeanum	(Hochst. ex. A. Rich) BaK.	Gb	A	SZ			
	Gloriosa simplex	L.	Gb	A	SZ			
	Urginea indica	(Roxb.) Kunth,	Gb	Pal	GC	SZ		
<u>Amaranthacées</u>	Achyranthes aspera	L.	The	A	GC	SZ	SS	
	Amaranthus graecizans	L,	The	Cosm	GC	SZ	SS	
	Pandiaka heudelotii	Hook. f.	The	Pant	GC	SZ		
	Pupalia lappacea	(L.) Juss,	The	Pal	GC	SZ		
<u>Aracées</u>	Stylochiton hypogaeus	Lepr.	Gr	A	GC	SZ		
<u>Asclepiadacées</u>	Caralluma dalzielli	N.E. Br.	CH	A	SZ			
	Ceropegia rynchantha	Schl.	np	A	SZ			
	Gymnema sylvestre	(Retz.) Schultes,	mp	A	GC	SZ	Ma	SS
	Pergularia tomentosa	L,	np	A	SZ	SS		
<u>Asteracées</u>	Acanthospermum hispidum	DC.	The	AM	GC	SZ		
	Bidens biternata	(Lour.) Merr et Sherff,	The	A	GC	SZ		
<u>Caesalpiniacées</u>	Cassia mimosoides	L, Sp. Pl,	The	Pal	GC	SZ		
	Cassia tora	L,	The	A	SZ			
<u>Capparidacées</u>	Cleome monophylla	L,	The	A	SZ			
	Cleome viscosa	L,	The	Pant	GC	SZ		
<u>Caryophyllacées</u>	Polycarpaea linearifolia	(DC.) DC,	The	A	SZ			
	Polycarpaea eriantha	Hochst.ex Rich.	The	A	SZ			
<u>Commelinacées</u>	Commelina benghalensis	L,	The	AS	GC	SZ		
	Commelina erecta	L,	The	Pant	SZ			
	Commelina forskalaei	Vahl,	The	AS	GC	Ma		
	Cyanotis lanata	Benth,	The	A	GC	SZ		
<u>Convolvulacées</u>	Evolvulus alsinoides	(L.) L,	The	Pant	SZ			
	Ipomoea coscinosperma	Hochst. ex Choisy in DC,	The	A	SZ			
	Ipomoea heterotricha	F. Didr.	The	A	GC	SZ		
	Ipomoea pileata	Roxb.	The	AS	GC	SZ		
	Ipomoea vagans	Bak.	The	A	SZ			
	Merremia pinnata	(Hochst) Hallier.	The	A	GC	SZ		
<u>Cucurbitacées</u>	Citrillus lanatus	(Thunb.)	CH	Pant	GC	SZ		
<u>Cyperacées</u>	Bulbostylis barbata	(Rottb.) C.B.Cl,	The	Pal	GC	SZ		
	Bulbostylis coleotricha	(Hochst.) ex A. Rich,	The	A	GC	SZ		
	Cyperus amabilis	Vahl, Enum,	The	Pant	GC	SZ		
	Mariscus squarrosus	(L.) C.B. Cl,	The	Pant	SZ			
<u>Euphorbiacées</u>	Acalypha ciliata	Forsk.	The	AS	GC	SZ		
<u>Fabacées</u>	Alysicarpus ovalifolius	(Schum. et Thonn.)	The	Pant	GC	SZ		
	Crotalaria atrorubens	Hochst.ex.Benth. in Hook.	The	A	SZ			
	Indigofera astragalina	DC,	The	A	SZ			
	Macrotyloma uniflorum	(Lam.) Verdc.	The	Pal	SZ			
	Abrus precatorius	L.	np	Pant	GC	SZ		
	Tephrosia pedicellata	Bak,	The	A	GC	SZ		
	indigofera dendroides	Jacq.	The	A	GC	SZ		
	Stylosanthes erecta	P.Beauv.	CH	Pal	SZ			
	Zornia glochidiata	Reichb. ex DC.	The	A	GC	SZ		

<u>Ivineracées</u>	Wormskioldia pilosa	(Willd.) Schw.	The	A	SZ	
<u>Lamiacées</u>	Endostemon tereticaulis	(Poir.) Ashb.	The	A	GC	SZ
	Englerastrum gracillimum	Th. Fries	The	A	SZ	
<u>Malvacées</u>	Hibiscus asper	Hook.	The	A	GC	SZ
	Sida alba	L.	CH	Pant	GC	SZ
	Sida cordifolia	L.	The	Pant	GC	SZ
	Sida ovata	Forsk.	CH	Pant	SZ	
<u>Molluginacées</u>	Mollugo nudicaulis	Lam.	The	Pal	GC	SZ
<u>Graminées</u>	Andropogon gayanus	Kunth,	Gb	A	SZ	
	Aristida adscencionis	L,	The	Pant	GC	SZ
	Aristida mutabilis	Trin et Rupr	The	Pal	SZ	
	Brachiaria distichophylla	(Trin.) Stapf,	The	A	GC	SZ
	Brachiaria ramosa	(L.) Stapf,	The	Pal	SZ	
	Cenchrus biflorus	Roxb,	The	Pal	GC	SZ SS
	Ctenium elegans	Kunth,	The	A	SZ	
	Dactyloctenium aegyptium	Beauv,	The	Pal	GC	SZ
	Digitaria gayana	Stapf.	The	A	GC	SZ
	Digitaria horizontalis	Willd.	The	AM	GC	SZ
	Eragrostis pilosa	P. Beauv.	The	Cosm	GC	SZ SS
	Eragrostis tremula	Hochst. ex Steud,	The	Pal	GC	SZ
	Loudetia togoensis	(Pilger) Hubb,	The	A	SZ	
	Microchloa indica	(L.) Beauv.	The	Pant	GC	SZ
	Panicum laetum	Kunth,	Hf	A	SZ	SS
	Panicum subalbidum	Kunth,	Hf	A	GC	SZ
	Pennisetum pedicellatum	Trin.	The	Pal	GC	SZ
	Schizachyrium exile	Stapf.	The	A	GC	SZ
	Setaria pallide-fusca	Schumach. Stapf et Hubb.	The	Pal	GC	SZ
	Setaria sphacelata	Schumach. Stapf et Hubb,	The	A	GC	SZ
	Sporobulus festivus	Hochst.ex A. Rich,	The	AM	SZ	
	Tetrapogon cenchroidiformis	(A.Rich.) W.D. Clayton,	The	A	SZ	
	Tripogon minimus	Hochst.	The	A	GC	SZ
<u>Portulacacées</u>	Portulaca grandiflora	Hook.	The	A	SS	
<u>Rubiacees</u>	Borreria filifolia	(S. et Th.) K. Schum,	The	A	SZ	SS
	Borreria scabra	(S. et Th.) K. Schum,	The	A	GC	SZ
	Mitracarpus scaber	Zucc. in Schultes,	The	A	GC	SZ
<u>Sapindacées</u>	Cardiospermum halicacabum	L,	The	Pant	GC	SZ
<u>Sterculiacées</u>	Waltheria indica	L,	np	Pant	GC	SZ
<u>Tiliacées</u>	Triumfetta pentandra	A.Rich in Guill. et Perr.	The	A	GC	SZ
<u>Vitacées</u>	Ampelocissus grantii	(Bak.)Planch.	Gr	A	GC	SZ
	Cissus quadrangularis	L,	mp	Pal	SZ	
<u>Balanitacées</u>	Tribulus terrestris	L,	The	Pal	GC	SZ
<u>BRYOPHYTES</u>						
<u>Bryacées</u>	Archidium tenellum	P. Vard,	The	A	SZ	
	Fissidens desertorum	(C.Mull.) Par.	The	A	SZ	
<u>Marchantiacées</u>	Riccia trichocarpa	Howe.	CH	Cosm	SZ	

Liste n° 7 Espèces herbacées du faciès Brousse Diffuse

TYPE CHOROLOGIE
BIOL. Monde Afrique

ANGIOSPERMES

<u>Acanthacées</u>	Justicia insularis	T.Anders.	The	A	GC	SZ	
	Blepharis linariifolia	Pers.	The	A		SZ	
	Blepharis maderaspatensis	(L.) Heyne ex Roth.	The	A	GC	SZ	SS
<u>Agavacées</u>	Sansevieria liberica	Ger. et Lah.	Gr	A	GC	SZ	
<u>Alliacées</u>	Asparagus africanus	Lam.	Gr	A		SZ	
	Dipcadi tacazzeanum	(Hochst. ex. A. Rich)	Gb	A		SZ	
	Urginea indica	(Roxb.) Kunth,	Gb	Pal	GC	SZ	
<u>Amaranthacées</u>	Achyranthes aspera	L.	The	A	GC	SZ	SS
	Amaranthus graecizans	L.	The	Cosm	GC	SZ	SS
	Pandiaka heudelotii	Hook. f.	The	Pant	GC	SZ	
<u>Amaryllidacées</u>	Pancratium trianthum	Herb.	Gb	A	GC	SZ	
<u>Aracées</u>	Stylochiton hypogaeus	Lepr.	Gr	A	GC	SZ	
	Stylochiton lancifolius	Kotschy et Peyr.	Gr	A		SZ	
<u>Asclepiadacées</u>	Caralluma dalzielii	N.E. Br, Kew Bull.	CH	A		SZ	
	Ceropegia rynchantha	Schl.	np	A		SZ	
	Cryptolepis sanguinolenta	(Lindl.) Schl.	np	A	GC	SZ	
	Gymnema sylvestre	(Retz.) Schultes.	mp	A	GC	SZ	Ma SS
<u>Asteracées</u>	Bidens biternata	(Lour.) Merr et Sherff.	The	A	GC	SZ	
	Bidens pilosa	L.	The	Pant	GC	SZ	
<u>Caesalpiniacées</u>	Cassia mimosoides	L. Sp. Pl.	The	Pal	GC	SZ	
	Cassia tora	L.	The	A		SZ	
<u>Caryophyllacées</u>	Polycarpaea linearifolia	(DC.)	The	A		SZ	
<u>Commelinacées</u>	Aneilema pomeridianum	Stanfield et Brenan,	CH	A		SZ	
	Commelina benghalensis	L.	The	AS	GC	SZ	
	Commelina forskalaei	Vahl.	The	AS	GC	Ma	
	Cyanotis lanata	Benth.	The	A	GC	SZ	
<u>Convolvulacées</u>	Evolvulus alsinoides	(L.) L.	The	Pant		SZ	
	Ipomoea coscinosperma	Hochst.ex Choisy in DC.	The	A		SZ	
	Ipomoea heterotricha	F. Didr.	The	A	GC	SZ	
	Ipomoea pileata	Roxb.	The	AS	GC	SZ	
	Ipomoea vagans	Bak.	The	A		SZ	
	Merremia pinnata	(Hochst) Hallier.	The	A	GC	SZ	
<u>Cucurbitacées</u>	Cucumis melo	L.	The	Pant	GC	SZ	
<u>Cyperacées</u>	Bulbostylis barbata	(Rottb.) C.B. Cl.	The	Pal	GC	SZ	
	Bulbostylis coleotricha	(Hochst. ex A. Rich.)	The	A	GC	SZ	
	Cyperus rotundus	L.	Gr	Pant	GC	SZ	
	Fimbristylis hispidula	Steud.	The	A	GC	SZ	
	Kyllinga welwitschii	Ridl.	Hf	A		SZ	
<u>Euphorbiacées</u>	Acalypha ciliata	Forsk.	The	AS	GC	SZ	
	Euphorbia convolvuloïdes	Hochst.ex Benth	CH	A	GC	SZ	
<u>Fabacées</u>	Tephrosia bracteolata	G. et Perr	The	A		SZ	
	Tephrosia linearis	(Willd); Pers	The	A		SZ	
	Indigofera dendroïdes	Jacq.	The	A	GC	SZ	
	Indigofera prieuriana	Guill. et Perr.	The	A		SZ	
	Stylosanthes erecta	P.Beauv.	CH	Pal		SZ	

<u>Fabacées (suite)</u>	<i>Tephrosia pedicellata</i>	Bak.	The	A	GC	SZ
	<i>Zornia glochidiata</i>	Reichb. ex DC.	The	A	GC	SZ
<u>Iridacées</u>	<i>Gladiolus gregarius</i>	Welw. ex.Bak.	Gr	A		SZ
<u>Lamiacées</u>	<i>Aecolanthus pubescens</i>	Benth.	The	A	GC	SZ
	<i>Leucas martinicensis</i>	(Jacq.)	The	Pant	GC	SZ
	<i>Endostemon tereticaulis</i>	(Poir.) Ashb.	The	A	GC	SZ
	<i>Englerastrum gracillimum</i>	Th. Fries	The	A		SZ
<u>Malvacées</u>	<i>Hibiscus asper</i>	Hook.	The	A	GC	SZ
	<i>Sida alba</i>	L.	CH	Pant	GC	SZ
	<i>Wissadula amplissima</i>	(L.) Fries	mp	A	GC	SZ
<u>Molluginacées</u>	<i>Mollugo nudicaulis</i>	Lam.	The	Pal	GC	SZ
<u>Nyctaginacées</u>	<i>Boerhavia erecta</i>	L. SP. PL.	The	Pant	GC	SZ
<u>Pedaliacées</u>	<i>Ceratotheca sesamoïdes</i>	Endl. Linn	Gb	A		SZ
<u>Graminées</u>	<i>Andropogon gayanus</i>	Kunth.	Gb	A		SZ
	<i>Aristida adscencionis</i>	L.	The	Pant	GC	SZ
	<i>Brachiaria distichophylla</i>	(Trin.) Stapf.	The	A	GC	SZ
	<i>Brachiaria ramosa</i>	(L.) Stapf.	The	Pal		SZ
	<i>Chloris gayana</i>	Kunth.	Gb	A		SZ
	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	(L.) Spreng.	The	A	SZ	SS
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Beauv.	The	Pal	GC	SZ
	<i>Digitaria gayana</i>	Stapf.	The	A	GC	SZ
	<i>Digitaria horizontalis</i>	Willd.	The	AM	GC	SZ
	<i>Diheteropon hagerupii</i>	Hitchc.	Gb	A		SZ
	<i>Eragrostis pilosa</i>	P. Beauv.	The	Cosm	GC	SZ SS
	<i>Eragrostis tremula</i>	Hochst. ex Steud.	The	Pal	GC	SZ
	<i>Loudetia togoensis</i>	(Pilger) Hubb.	The	A		SZ
	<i>Microchloa indica</i>	(L.) Beauv.	The	Pant	GC	SZ
	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Trin.	The	Pal	GC	SZ
	<i>Setaria pallide-fusca</i>	(Schumach.) Stapf.	The	Pal	GC	SZ
	<i>Setaria sphacelata</i>	(Schumach.) Stapf.	The	A	GC	SZ
	<i>Sporobolus festibus</i>	Hochst. ex A. Rich	The	AM		SZ
	<i>Tripogon minimus</i>	Hochst.	The	A	GC	SZ
<u>Rubiacées</u>	<i>Borreria filifolia</i>	(S. et Th.) K. Schum.	The	A		SZ SS
	<i>Borreria radiata</i>	DC.	The	A	GC	SZ
	<i>Borreria scabra</i>	(S. et Th.) K. Schum.	The	A	GC	SZ
<u>Scrophulariacées</u>	<i>Striga bilabiata</i>	(Thunb.) O, Ktze:	The	A		SZ
<u>Solanacées</u>	<i>Physalis angulata</i>	L.	The	Pant	GC	SZ
<u>Sterculiacées</u>	<i>Waltheria indica</i>	L.	np	Pant	GC	SZ
<u>Tiliacées</u>	<i>Corchorus tridens</i>	L. Maut.	The	Pal	GC	SZ
	<i>Triumfetta pentandra</i>	A.Rich in Guill. et Perr.	The	A	GC	SZ
<u>Vitacées</u>	<i>Ampelocissus grantii</i>	(Bak.)	Gr	A	GC	SZ
	<i>Cissus quadrangularis</i>	L.	mp	Pal		SZ
<u>BRYOPHYTES</u>						
<u>Bryacées</u>	<i>Archidium tenellum</i>	P. Vard.	The	A		SZ
	<i>Fissidens desertorum</i>	(C. Mull.) Par.	The	A		SZ
<u>Marchantiacées</u>	<i>Riccia trichocarpa</i>	Howe.	CH	Cosm		SZ

Liste n°8 Flore herbacée des lisières

Liste n°8 Flore herbacée des lisières			TYPE		CHOROLOGIE		
			BIOL.		Monde	Afrique	
<u>ANGIOSPERMES</u>							
<u>Acanthacées</u>			Blepharis linariifolia	H. Heine in Hutch. et Da	The	A	SZ
		Blepharis maderaspatensis	(L.) Heyne ex Roth.,	The	A	GC	SZ SS
<u>Amaranthacées</u>			Achyranthes aspera	(L.)	The	A	GC SZ SS
		Pandiaka heudelotii	(Moq.) Hook.	The	Pant	GC	SZ
<u>Caesalpiniacées</u>			Cassia mimosoides	L., Sp. Pl.,	The	Pal	GC SZ
<u>Commelinacées</u>			Cyanotis lanata	Benth.,	The	A	GC SZ
<u>Convolvulacées</u>			Evolvulus alsinoides	(L.) L.,	The	Pant	SZ
		Ipomoea coscinosperma	Hochst.ex Choisy in DC.	The	A	SZ	
		Ipomoea vagans	Bak.	The	A	SZ	
<u>Cyperacées</u>			Bulbostylis coleotricha	(Hochst. ex A. Rich.)	The	A	GC SZ
<u>Fabacées</u>			Crotalaria pallida	Ait., Hort.	The	Pant	GC SZ
		Tephrosia pedicellata	Bak.,	The	A	GC	SZ
		Indigofera dendroïdes	Jacq.	The	A	GC	SZ
		Zornia glochidiata	Reichb.	The	A	GC	SZ
<u>Lamiacées</u>			Englerastrum gracillimum	Th. Fries	The	A	SZ
<u>Malvacées</u>			Sida cordifolia	L.	The	Pant	GC SZ
<u>Molluginacées</u>			Mollugo nudicaulis	Lam.	The	Pal	GC SZ
<u>Poacées</u>			Pennisetum pedicellatum	Trin.	The	Pal	GC SZ
		Schoenefeldia gracilis	Kunth,	The	Pal	GC	SZ
		Aristida mutabilis	Trin et Rupr	The	Pal	SZ	
		Brachiaria distichophylla	(Trin.) Stapf.,	The	A	GC	SZ
		Dactyloctenium aegyptium	Beauv.,	The	Pal	GC	SZ
		Digitaria gayana	Stapf.	The	A	GC	SZ
		Digitaria horizontalis	Willd.	The	AM	GC	SZ
		Eragrostis tremula	Hochst. ex Steud.,	The	Pal	GC	SZ
		Loudetia togoensis	(Pilger) Hubb.,	The	A	SZ	
		Microchloa indica	(L.) Beauv.	The	Pant	GC	SZ
		Panicum laetum	Kunth,	Hf	A	SZ	SS
		Setaria sphacelata	(Schumach), Stapf et H	The	A	GC	SZ
		Sporobolus festivus	Hochst.ex A. Rich.,	The	AM	SZ	
		Tripogon minimus	Hochst.	The	A	GC	SZ
<u>Portulacacées</u>			Portulaca grandiflora	Hook.	The	A	SS
<u>Rubiacées</u>			Borreria filifolia	(S. et Th.) K. Schum.,	The	A	SZ SS
		Borreria scabra	(S. et Th.) K. Schum.,	The	A	GC	SZ
<u>Tiliacées</u>			Triumfetta pentandra	A. Rich. in Guill. et Perr.,	The	A	GC SZ
<u>BRYOPHYTES</u>							
<u>Bryacées</u>			Archidium tenellum	P. Vard.,	The	A	SZ
		Fissidens desertorum	(C. Vard)	The	A	SZ	
<u>Marchantiacées</u>			Riccia trichocarpa	Howe.	CH	Cosm	SZ

Liste n°9 Flore herbacées des sous-bois des trois faciès

Liste n°9 Flore herbacées des sous-bois des trois faciès			TYPE CHRONOLOGIE BIOL. Monde Afrique				
ANGIOSPERMES							
(ESPÈCES HERBACÉES)							
<u>Acanthacées</u>	<i>Blepharis linariifolia</i> <i>Blepharis maderaspatensis</i>	H. Heine in Hutch. et Dalz., (L.) Heyne ex Roth.,	The The	A A	SZ GC	SZ SZ	SS
<u>Alliacées</u>	<i>Asparagus africanus</i>	Lam.,	Gr	A	SZ		
<u>Amaranthacées</u>	<i>Achyranthes aspera</i> <i>Pandiaka heudelotii</i>	(L.) (Moq.) Hook.	The The	A Pant	GC GC	SZ SZ	SS
<u>Caesalpiniacées</u>	<i>Cassia mimosoides</i> <i>Cassia nigricans</i> <i>Cassia tora</i>	L., Sp. Pl., Vahl, L.,	The The The	Pal Pal A	GC SZ SZ	SZ	
<u>Commelinacées</u>	<i>Aneilema pomeridianum</i> <i>Commelina forskalaei</i> <i>Cyanotis lanata</i>	Stanfield et Brenan, Vahl., Benth.,	CH The The	A AS A	SZ GC GC		Ma SZ
<u>Convolvulacées</u>	<i>Evolvulus alsinoides</i> <i>Ipomoea coscinosperma</i> <i>Ipomoea heterotricha</i> <i>Ipomoea pileata</i> <i>Ipomoea vagans</i> <i>Merremia pinnata</i>	(L.) L., Hochst.ex Choisy in DC. F. Didr. Roxb. Bak. (Hochst) Hallier.	The The The The The The	Pant A A AS A A	SZ SZ GC GC SZ GC	SZ SZ SZ	
<u>Cucurbitacées</u>	<i>Citrillus lanatus</i>	(Thunb.)	CH	Pant	GC	SZ	
<u>Fabacées</u>	<i>Crotalaria pallida</i> <i>Tephrosia pedicellata</i> <i>Indigofera dendroïdes</i> <i>Zornia glochidiata</i>	Ait.,Hort. Bak., Jacq. Reichb.	The The The The	Pant A A A	GC GC GC GC	SZ SZ SZ SZ	
<u>Lamiacées</u>	<i>Englerastrum gracillimum</i>	Th. Fries	The	A	SZ		
<u>Malvacées</u>	<i>Sida cordifolia</i>	L.	The	Pant	GC	SZ	
<u>Poacées</u>	<i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Schoenefeldia gracilis</i> <i>Aristida mutabilis</i> <i>Brachiaria distichophylla</i> <i>Brachiaria ramosa</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Digitaria gayana</i> <i>Digitaria horizontalis</i> <i>Eragrostis tremula</i> <i>Microchloa indica</i> <i>Panicum laetum</i> <i>Setaria sphacelata</i> <i>Tripogon minimus</i>	Trin. Kunth, Trin et Rupr (Trin.) Stapf., (L.) Stapf., Beauv., Stapf. Willd. Hochst. ex Steud., (L.) Beauv. Kunth, (Schumach), Stapf et Hubb, Hochst.	The The The The The The The The The The Hf The The	Pal Pal Pal A Pal Pal A AM Pal Pant A A A	GC GC SZ GC SZ GC GC GC GC GC SZ GC GC	SZ SZ SZ SZ SZ SZ SZ SZ SZ SZ SS SZ SZ	
<u>Portulacacées</u>	<i>Portulaca grandiflora</i>	Hook.	The	A	SS		
<u>Rubiacees</u>	<i>Borreria radiata</i> <i>Borreria scabra</i>	DC., (S. et Th.) K. Schum.,	The The	A A	GC GC	SZ SZ	
BRYOPHYTES							
<u>Bryacées</u>	<i>Archidium tenellum</i> <i>Fissidens desertorum</i>	P. Vard., (C.Vard)	The The	A A	SZ SZ		
<u>Marchantiacées</u>	<i>Riccia trichocarpa</i>	Howe.	CH	Cosm	SZ		

Liste n° 10 Flore herbacée des Zones ensoleillées
des trois faciès de Brousses contractées

ANGIOSPERMES (ESPÈCES HERBACÉES)			TYPE	CHOROLOGIE			
			BIOL.	Monde	Afrique		
<u>Alliacées</u>	Dipcadi tacazzeanum	(Hochst. ex. A. Rich) BaK.	Gb	A	SZ		
<u>Amaranthacées</u>	Amaranthus graecizans	L.,	The	Cosm	GC	SZ	SS
	Pandiaka heudelotii	(Moq.) Hook.	The	Pant	GC	SZ	
<u>Asteracées</u>	Bidens biternata	(Lour.) Merr et Sherff,	The	A	GC	SZ	
<u>Caesalpiniacées</u>	Cassia mimosoides	L., Sp. Pl.,	The	Pal	GC	SZ	
<u>Commelinacées</u>	Cyanotis lanata	Benth.,	The	A	GC	SZ	
<u>Convolvulacées</u>	Evolvulus alsinoides	(L.) L.,	The	Pant	SZ		
	Ipomoea vagans	Bak.	The	A	SZ		
<u>Cucurbitacées</u>	Citrillus lanatus	(Thunb.) Matsumara et Na	CH	Pant	GC	SZ	
<u>Cyperacées</u>	Fimbristylis hispidula	(Vahl) Kunth,	The	A	GC	SZ	
<u>Fabacées</u>	Tephrosia pedicellata	Bak.,	The	A	GC	SZ	
	Zornia glochidiata	Reichb.	The	A	GC	SZ	
<u>Molluginacées</u>	Mollugo nudicaulis	Lam.	The	Pal	GC	SZ	
<u>Poacées</u>	Diheteropon hagerupii	Hitchc.,	Gb	A	SZ		
	Pennisetum pedicellatum	Trin.	The	Pal	GC	SZ	
	Schizachyrium exile	(Hochst.) Pilger, Engl. Bot.	The	A	GC	SZ	
	Schoenefeldia gracilis	Kunth,	The	Pal	GC	SZ	
	Aristida adscencionis	L.,	The	Pant	GC	SZ	
	Aristida mutabilis	Trin et Rupr	The	Pal	SZ		
	Brachiaria distichophylla	(Trin.) Stapf.,	The	A	GC	SZ	
	Cenchrus biflorus	Roxb.,	The	Pal	GC	SZ	SS
	Dactyloctenium aegyptium	Beauv.,	The	Pal	GC	SZ	
	Digitaria gayana	Stapf.	The	A	GC	SZ	
	Digitaria horizontalis	Willd.	The	AM	GC	SZ	
	Eragrostis tremula	Hochst. ex Steud.,	The	Pal	GC	SZ	
	Loudetia togoensis	(Pilger) Hubb.,	The	A	SZ		
	Microchloa indica	(L.) Beauv.	The	Pant	GC	SZ	
	Panicum laetum	Kunth,	Hf	A	SZ	SS	
	Panicum nigerense	Hitchc.,	The	A	SZ		
	Setaria pallide-fusca	Schumach. Stapf et Hubb.	The	Pal	GC	SZ	
	Sporobolus festivus	Hochst. ex A. Rich.,	The	AM	SZ		
	Tripogon minimus	Hochst.	The	A	GC	SZ	
<u>Rubiaceées</u>	Borreria filifolia	(S. et Th.) K. Schum.,	The	A	SZ	SS	
	Borreria scabra	(S. et Th.) K. Schum.,	The	A	GC	SZ	
<u>Tiliacées</u>	Triumfetta pentandra	A. Rich. in Guill. et Perr.,	The	A	GC	SZ	
BRYOPHYTES							
<u>Bryacées</u>	Archidium tenellum	P. Vard.,	The	A	SZ		
	Fissidens desertorum	(C. Vard)	The	A	SZ		
<u>Marchantiacées</u>	Riccia trichocarpa	Howe.	CH	Cosm	SZ		